物联网

THE INTERNET OF THINGS

[美]塞缪尔·格林加德◎著
(Samuel Greengard)
刘林德◎译

颠覆传统生活方式和产业结构，
未来社会价值和产业价值不可估量，
众多科技公司谋划布局的新战场，
如何抢占下一个风口？

实现经济指数级增长利器，工业4.0关键技术，
互联网发展的终极形态——物联网席卷而来！





中信出版集团 · CHINA CITIC PRESS

版权信息

书名:物联网

作者:塞缪尔·格林加德

ISBN:9787508656854

中信出版集团制作发行

序言

科技对世界的全面影响非常容易被忽视。车轮使得物与人的移动和运送成为可能，它改变了包括从农业到政治管理等在内的一切；灯泡为家庭和公司带来了光亮，并最终改变了建筑师的设计理念和整座城市的布局方式；汽车让人们可以快速地从一个地点抵达另一个地点，从而重新定义了我们的生活和工作方式。而计算机将我们带入了数字化世界，在这个世界里数据可以通过全然一新、不同寻常的方式进行储存、分享。这也为人类行为和互动方式带来了巨大改变。

这些发明及无数其他的发明——从冰箱、缝纫机到电话、打字机和相机——中的每一件最终都成为社会主流的一部分，在政治、社会和现实应用方面引发了巨大改变。它们成为我们在日常生活中所使用的事物，而且我们在很大程度上对于它们已经习以为常。不过，它们也重新设计了我们解决无数问题的方式，重新定义了我们互动、交流和处理日常工作的方式。

1957年，美国艾奥瓦州立大学的乔·M·波伦（Joe M. Bohlen）、乔治·M·比亚尔（George M. Beal）和埃弗里特·M·罗杰斯（Everett M. Rogers）三人一同提出了现在被普遍接受的“技术采用生命周期”（technology adoption curve）的概念。他们认为所有新产品和解决方案都会遵循一个在很大程度上可预测的、近似钟形曲线的发展轨迹。最早的一批采用者被称为“创新者”（innovator）；处在第二个阶段的被称为“早期采用者”（early adopter）；之后的分别是“大众”（masses）和“落后者”（laggard）。如今这种模型依然成立，不过在过去20年间，生命周期在以异乎寻常的速度加速。现在，在某些情况下，这个模型中的时间单位由年或10年压缩到了月。

物联网就处于这股冲击波的中心位置，而且它才刚刚起步。虽然将来某天它会构成人类生活和工作的实际框架，但现在还处于“创新者”和“早期采用者”阶段之间。自最早的计算机网络和消费类电子设备出现以来，联网设备已经以某种方式存在了。然而，直到互联网形成之后，“全球互联星球”（globally connected planet）的概念才真正成形。在20世纪90年代，研究人员从理论上推断出了人类与机器能够通过机器设备共同创造一种沟通与交流的新形式。现在，我们正在目睹这一推论成为现实。

虽然很难确定是哪个事件触发了这次革命，但我们可以肯定2007年苹果公司推出iPhone（苹果手机）是一个标志性事件，它将智能手机送到了大众手中，通过一部功能强大的手持设备实现了实时的点对点通信。2008年1月，苹果公司售出了大约370万部手机。截至2014年6月，这个数字超过了5亿。今天，世界范围内智能手机的总量大约为19亿。到2019年，瑞典电信公司爱立信预测这个数字将超过56亿。

每一部智能手机都安装了一系列芯片，可以记录数据、视频、音频、动作、位置等等。此外，这些手机还允许用户与其他机器连接：它们可以被用作遥控器、显示个人数据的仪表板以及信息源。它们可以接收提醒和事件通知，而且还能支持登机牌、电子票、支付系统等等。连接在一起之后，它们还可以利用社交媒体数据和众包创造出收集、管理和分析物理世界中所发生事件的新方式。

同时，RFID（射频识别）技术已经成熟，传感器技术取得跨越式发展，微型化趋势在加速，而计算机软件也取得了巨大进步。这些技术的汇集——与几乎无处不在的无线网络和云计算一起——带来了新的概念，包括机械昆虫和机械动物、可存在于人体内的纳米机器人和微型机器人以及可以在空中执行任务的无人机编队。毫无疑问，我们已经跨入了一个由浸入式和嵌入式技术构成的美丽新世界——这个世界乍看之下可能更像科幻小说而非科学现实。

但它确实是现实。物联网为我们同时提供了望远镜和显微镜，可以观测人与人、机器与机器以及物体与物体之间的无形世界。通过给物体安装标签并将其充分纳入互联网连接，突然之间我们不仅可以追踪物体、收集新类型的数据，而且可以将这些数据结合起来以获得更高水平的信息和知识。世界阔步跨入了数据科学家几年前还没有涉足过的，甚至没有想象过的领域。

地球的物理学规则仿佛在仓促之间被重新定义了。物联网通过崭新的、不可思议的、有时甚至是令人恐惧的方式将人类与机器智能连接起来。这种联合可以帮助人们理解事物（包括人类、动物、车辆、气流、病毒等等）之间运动的意义、识别各种关联并预测人类心智无法掌握的复杂模式，例如一座桥梁或道路的状态或者不同街区的大气物理状况。物联网还可以支持无须人类监督就可以自动运行，并且可以通过改编基础算法提升智能水平的系统。

物联网是波澜壮阔的数字化革命的第二波浪潮，此次革命发端于20世纪七八十年代人们对于电脑的广泛应用。而且，跟所有的革命一样，此次革命也会产生大量的胜者和败者。物联网将带来新的产品和服务，将完全废弃掉许多现存的供应品。这项技术将使一些岗位消失，但也会带来新的行业。联网系统将扩散到教育、政府和商业领域，彻底改变动作、行为和社会规范。这项技术将影响包括从选举方式到饭店用餐和度假方式在内的一切。

然而，要实现这些可能的进步就免不了要忍受大量痛苦以及众多原本无意造成的后果。未来可能出现新型的犯罪、武器和战争，也可能会产生严重的政治和社会问题，不说别的，越来越疏远的人际关系就是一个明显的例子。物联网的出现肯定会迫使社会更加审慎地考虑隐私和安全等概念。

虽然物联网到底会将我们引向何方尚不得而知，但是可以肯定的是物联网将会激发一个以技术为核心的世界。我们将居住在自动化的

房子里，在联网的道路上驾驶智能汽车，在高度互动的商店里购物，并且使用那些重新定义了我们保健方法的医疗保健产品。在10年之内，我们将在日常生活中使用其他一系列令人震惊的智能系统。

本书将带领读者了解正在形成中的物联网。我们可以将它看作数字化的旋转木马。我们将在第一章中探讨物联网的起源。刚开始时出现的个人计算机和互联网在个人层面上实现了全球通信。互联网为物联网奠定了基础，它在大范围内实现了实时通信和数据分享。

第二章将会介绍移动性和云计算的影响以及这两种强大的技术如何为支撑互联世界而创造出一种概念和现实框架。这包含了通信以及能够建造支持社交媒体和大数据等工具的基础设施的应用和嵌入功能。这些技术将会一起释放出物联网更大的价值。

第三章将考察工业互联网及M2M（机器对机器通信）——这是实现智能制造、端对端供应链的可视性以及更好的公共安全等的基础。巨大的规模效率也因物联网而得以实现。而且，通过自动化及基于传感器的分析学，也可能实现显著的成本节约。

第四章将介绍越来越多的智能消费类设备和服务，它们重新定义了我们与世界互动的方式。这包括从Fitbit智能手环到智能手机控制的门锁和灯光系统等。我们将研究联网设备的概念怎样演化和成熟以及在未来岁月中它将走向何方。

第五章关注建设物联网所面临的实际和技术挑战，包括研发和整合更加先进的硬件、软件和传感器。我们也会估算对技术和工业标准的需求并在最后弄清楚需要哪些条件才能有效地利用所有数据。

第六章将会探讨与互联世界相关的利害关系、风险及问题。关于这种技术是否会让社会变得肤浅，是否会导致更深层次的不平等以及是否会扩大数字化差距等方面的严重顾虑已经存在。而且互联世界还

同时引发了其他问题：自动化是否会造成大范围失业和下行流动性？是否会引发更多的犯罪或新型的恐怖主义和战争？自动化会对司法体系产生怎样的影响？数字化分散将会导致哪些问题？同样重要的问题还包括：在这个几乎任何行动或行为都会被注意或记录下来的时代，我们该如何处理安全和隐私？

最后，在第七章，我们将推测未来会呈现怎样的状态，以及长远看来物联网将如何影响社会。我们将看到不同的专家对于物联网的观点以及对于2025年生活和工作场景的预测。

未来物联网将影响我们生活的方方面面。虽然在本书中不能对这个话题的各个方面都进行探讨，但接下来的文字将带你窥探物联网如何比历史上任何技术都更快更深刻地改变我们生活的世界。物联网是否会出现已经毫无疑问，我们要关注的是它将如何出现以及将在多大程度上改变世界。

第一章
改变一切的互联网

互联网的发明人——包括罗伯特·E·卡恩和文特·瑟夫——预想到了将网络与其他网络相连会产生的景象——这样就形成一张由联网系统构成的交织在一起的大网。

物联网可以深入到远远超越人类视觉、听觉、嗅觉和意识能力的，难以被察觉且常常是无形世界中所存在的缝隙角落之中。物联网创造出新型的网络和系统，以及完全不同的数据、信息和知识传播通道。

THE

INTERNET OF

THINGS

当想象变成现实

现在是周一早上7点。我的Fitbit Force智能手环轻轻震动，将我叫醒。几分钟后，我伸手拿起iPhone，查看电子邮件和其他信息。我打开手机上的Fitbit（一个健康和睡眠追踪应用），查看昨天夜间的睡眠情况，包括在床上躺了多久之后入睡和睡眠中间醒来几次。然后我从床上爬起来，走进浴室，用Fitbit体重计量体重，体重数据会被自动发送到云服务器上。然后云服务器会对数字进行分析，通过网页或者智能手机应用提供反馈。这样，我就可以追踪我的体重、体脂、饮食、水消耗和整体的身体情况。

吃早餐的时候，我用iPhone上的MyFitnessPal（一个健康及营养追踪应用）扫描麦片包装上的条形码。这个应用会利用互联网上包含300多万项条目的数据库，计算出食物的卡路里和营养数据。之后，我开车到健身房锻炼。在跑步机上登录我的账号，它就能记录我的活动情况，包括我跑了多久、强度如何以及消耗掉多少卡路里。当我从跑步机上下来后，跑步机将我的锻炼数据发到iPhone上与Fitbit应用相互连接的MyFitnessPal应用里。这些器械和应用联合在一起，就比较全面地展现出了我每天运动和食物消耗的情况。我可以看到我的卡路里和锻炼水平是否达到目标。我可以研究一下我的营养信息，通过这些应用提供的图表、图形和仪表盘了解我是否喝了足够多的水。

走回房间时，我在iPhone的Metromile（一个追踪车辆驾驶里程的应用）看一下自己的行驶数据；Metromile利用车内的仪器测量行驶里程、油耗及其他信息。冲过澡，我拿起iPad（苹果平板电脑），查看Facebook（脸谱网），整理大量的电子邮件信息。然后，我走进家庭办公室，坐在台式电脑旁开始工作。一段时间后，我记起来周末会在外面过夜。于是，我通过手机将Ecobee（联网智能恒温器），设定为

休假模式。我也为前门的Kevo（智能门锁）设定了临时的密码，这样邻居就可以进门帮我给植物浇水。

完成当天的工作之后，我开始准备晚餐，之后使用安装在iPhone上的Harmony（智能家居遥控器，可以通过配套软件在手机上进行操控）打开网飞视频网站。利用通过无线网络连接到互联网的蓝光DVD播放器，我看了一部电影。傍晚，WeMo（智能开关）根据我所在地理位置每天的日落信息自动打开门廊灯。WeMo每天获取信息，随时更新。几分钟之后，我的手机接到一条提醒：我车库门已经开着30分钟了，原来是孩子在开门扔完垃圾后没有关门。我点了一下应用中的一个按钮，关上车库门。

晚上11点半，WeMo关闭了门廊灯。我钻进被窝，开始阅读纸质期刊上刊载的一篇文章。我想要对其进行电子剪辑，于是拿出iPhone，打开DocScanner（一个文件扫描应用）。DocScanner能帮我将文章传到印象笔记，实现云同步，这样我就可以在我任何一台设备上的项目文件夹中继续阅读这篇文章。我设定好第二天的Fitbit智能闹钟，关灯，然后渐渐睡着了。

这些场景不是虚构的，而是对我家典型的一天的真实快照。虽然我家里有许多联网智能设备，却很难算得上是一流的互联设备实验室。我的路由器一共连着19个无线客户端——每个都有各自的IP（互联网协议）地址，包括计算设备、媒体播放器、家庭自动化设备以及其他设备。其中许多设备都由手机应用控制，连接到了物联网之中。不管怎样，这些互联的设备替代了人工，为我们提供了全新的方式去获取数字内容和增长见识以及管理门、锁、灯和自动恒温器。一些互联的设备同时也通过更智能、更有效率地运行实现了节能。另外一些设备则提高了安全性。

我们是如何走到了今天

我们很容易忽视过去几十年间世界发生的巨大变化。不久之前，在互联网、移动设备和云应用还没有出现时，数据大都存储在庞大的大型计算机内，之后又存储在个人电脑的硬盘内。这些机器中的大部分都是广袤的计算机海洋中一座座孤立的岛屿。将数据在设备间转移可不是一项简单的工作。除了那些连接到局域网的少数幸运者之外，对于大多数人来说软盘不可或缺。

按现在的标准来看，把信息从一张软盘拷到另一张软盘的过程又慢又麻烦，而且这些软盘的存储空间十分有限。首先，软盘体积大，最初的存储盘直径有8英寸[注]。其次，鉴于当时的媒体格式，一张软盘只能保存大约80千字节[注]的数据，相当于大约40页纯文本。20世纪70年代中期，5.25英寸软盘的出现将媒体存储量提高到了110千字节，1982年时达到了1.2兆字节[注]。20世纪80年代末，3.5英寸盘可容纳大约2.4兆字节的数据。虽然这在当时代表了很大的进步，但按现在的技术标准来看简直低端得匪夷所思。

将这些磁性媒体中存储的数据进行物理转移也同样非常麻烦。你必须将软盘邮寄或送到目的地。这样的话，要转移量稍大些的数据可能需要几个小时或几天的时间。在20世纪80年代甚至90年代，安装一个软件程序通常需要使用10~20个软盘。安装过程可能耗费一个多小时，其间计算机还不能执行其他工作。那时，个人计算机还没有现在的多处理器系统和执行多任务的能力。虽然制造商引入了其他媒体格式提高数据存储容量，包括之前曾流行的极碟驱动器（Zip Drive），但是主要的进步都围绕着提高数据管理的便利性，而不是实现更有效的系统互联。

20世纪90年代普遍采用的电脑网络改变了这一切。以太网和局域网使组织机构能够进行内部数据共享——有时也与企业工作场所之外的商业伙伴或其他机构进行数据共享。但是，那时网络昂贵的价格和专有特性及其相对低的传输速率限制了它们的价值和整体的使用率。当时，连通性和联结性对大部分人和机器来说依然遥不可及。

远程用户为了发送或接收文件经常不得不通过一台传输速率为300比特/秒的调制解调器拨号连接到电脑——通常是大型计算机。设置协议（处理资料传送的标准）和传送数据常常是一项令人望而生畏的任务。将一份篇幅很短的文本文件发送出去可能需要几分钟或更久的时间，而且任何类型的大型文件都可能占用系统资源，致使计算机数小时内基本不能操作。按照现在的标准，这就是数据传输的最初发端，堪比数字版的麦哲伦试图乘坐木质克拉克帆船靠风帆环绕地球。

1995年，在探讨数载之后，互联网和万维网开始进行商业化运作。原始的阿帕网（ARPAnet，美国高级研究计划局网络）是在20世纪50年代对基于数据包网络的研究中诞生的，自从1969年低调面世以来，已经演化为强大了不知几何的IP（互联网协议网络IP与TCP一起构成在设备或系统之间建立虚拟联络的协议）。一系列不间断的技术进步以及计算能力方面的大跨步前进，引领了一大批私人团体推动形成一个开放的互联网。在美国政府让当时的美国国家科学基金网络退役之后，网络发展就跨入了一个新时代。实现全球连通所需要的框架已经建成。

最初的互联网连接大部分是通过使用拨号调制解调器和由马克·安德森（Marc Andreesen）发布的一款名为Mosaic的网页浏览器实现的（这家开发Mosaic浏览器的公司就是后来的网景公司）。Mosaic浏览器是在蒂姆·伯纳斯－李（Tim Berners-Lee）所做的前期工作的基础上研发出来的。蒂姆·伯纳斯－李从牛津大学毕业后曾在欧洲核子研究组织（CERN）工作，他于1990年利用当时看来非常强大的NeXT电脑发

明了最早的网页浏览器万维网（World Wide Web，后来重命名为Nexus）。

最开始的时候，连接速度非常缓慢。较大的页面需要几分钟的时间才能上传到网页，而且用户通常只能通过登录美国在线（AOL）、CampuServe（美国最大的在线信息服务机构之一）和EarthLink（美国网络服务提供商）等服务才能实现连接。除了几个大型大学、研究机构、公司和政府机构之外，宽带还未用于上网服务，这种状况持续了数年之久才改观。2000年，大约有3%的美国人家中安装了宽带。到2013年8月，这个数字增长到了70%。有几个国家的安装率比美国的安装率还高。

与在工业革命期间最早铺设的铁路一样，未来联网和连通所需要的架构倏忽之间就已然存在了。互联网的发明人——包括罗伯特·E·卡恩（Robert E. Kahn）和文特·瑟夫（Vint Cerf）——预想到了将网络与其他网络相连会产生的景象——这样就形成一张由联网系统构成的交织在一起的大网。他们预测未来世界会出现更加智能的机器，催生卓越的新功能，引发令人难以置信的变革。1999年我为《美西航空》（*America West*）杂志（已经被兼并的美西航空公司的机上杂志）采访瑟夫的时候，他阐述了他彼时的目标：

> 1973年，当时的主要目标是创造出一种使计算机彼此沟通的方法。那时候，我们发明了不同的计算机网络，都是独立运行的。显而易见的是，那些系统除非能通过一种共通语言分享信息，否则没有多大价值。我们肯定不想沦落到与20世纪一二十年代相似的境地，那时候一个公司办公桌上要放十来个不同的电话机，每台电话机都有独立的专有系统，你必须知道通过哪种电话服务能联系到哪些人。因此我们发明了一种协议，称为TCP/IP，实现计算机以及不同网络的互联。

我们都知道技术是非常强大的，也清楚它拥有巨大的可能性。但是，那个时候我们使用的计算机都是价值百万美元的庞然大物。每个都能占满一整个房间，不是你随手放进提包就能带回家的设备。不过，也许更让人感兴趣的是，你很难想象当非常非常多的人能够同时利用一种技术的时候，比如互联网，会发生什么样的事情。这有点像汽车的发明人会想象有几十辆汽车的情况，却无法知道5 000万或1亿辆汽车会如何影响一个国家……以及全世界各地人们的态度、习惯、行为和活动。

当然，现在发达国家的高速互联网接入已经普及。另外，随着移动设备以及蜂窝网络移动宽带的推出，一种时时在线、时时连通的文化已经形成。2007年推出的iPhone和2010年推出的iPad对改变竞争格局，为现在新兴的物联网燃起燎原之火功不可没。虽然许多制造商之前就已经推出了能连接互联网的所谓智能手机和个人数字助理（PDA），而且这些设备都很笨重但反应慢，功能也非常有限。许多设备只是简单地实现日程、联系人和基础数据的同步。而且大部分在完成某项功能时也表现得糟糕透顶——除了打电话这项功能之外。

然而，为建立一个联网的世界以及联网的设备所需要的基础已经存在了。今天，每件联网的设备都会获得一个IP地址，而且每个地址都能让一个设备与其他的设备相连，包括智能手机、平板电脑、游戏机、汽车、冰箱、洗衣机、灯光系统、门锁、汽车电子收费设备等等。过去数年内，在IP的基础上出现了几种不同的系统和平台。IP实际上已经成为通信、娱乐、购物、商业交易以及大量其他工作和活动的标准渠道。

推动这股潮流发展的是机械和系统越来越数字化的特性。仅仅一二十年前，音像刻录机还在使用磁带，照相机还用胶片拍照，遥控还建立在硬件基础上，音乐会还需要从唱片、磁带或光盘中播放。人们通常在纸张上打印，再将纸张通过邮寄或传真机发给其他人。在这种

模拟设备和数字设备并存的世界中，每个机器都发挥着独立的功能，人们常常无法在设备间传递数据，除非通过物理媒体——这种状况肯定限制了设备的可用性和便利性。

但是，现在大量的功能和作用都被压缩到了一台典型的计算设备之中，例如平板电脑和智能手机。通过二进制代码和互联网协议这两种通用语，这些设备不断地将过去数种设备的功能进行合并，而且操作上也越来越简单直接。命令、函数和编程等工作之前可能还需要一大堆深谙编程语言的开发人员，现在只需点一下手指或说一个词语就能轻易完成。的确，用户基本无须具备关于计算设备的知识就能操作设备完成看起来非常复杂的一组任务。

最终产生了什么样的效果呢？数字技术令一些行业分崩离析，也在许多其他行业中引发了翻天覆地的变化。传统相机和胶卷几乎踪迹全无，独立的音像录制设备正在消失，纸质地图日益稀少，有线电话面临绝迹，而传统的书籍期刊正在成为历史。而且，即使是专用的设备也越来越与网络紧密连接。DVD播放器从远端的服务器获取流媒体内容，手机上的导航系统依靠传感器和卫星数据显示交通状况，而浴室里的体重计将信息上传到互联网。越来越多的工业机器——从医疗器械到农场机械——也开始将数据上传至互联网，在互联网上这些数据被分别存入不同的数据库之中，与其他数据进行结合，然后分析。

所有这些数字设备都为产品和服务增加了价值。突然之间，一部价值75美元的手机变成了一部价值600美元的能够重新定义这个世界的智能手机。据设立有IoE（万物网）指数的思科系统公司统计，凭借连通的设备，商业界每年获得6 130亿美元额外收入，而这仅代表物联网潜能的大约50%。思科公司预测，在10年之内，由物联网产生的净利润就可以达到14.4万亿美元。

---

1. 1英寸=2.54厘米。——编者注

2. 1千字节=1 024字节。——编者注

3. 1兆字节=2^{20}字节。——编者注

当万物连上互联网

不可否认，我们现在生活在一个互联的世界之中。马歇尔·麦克卢汉（Marshall McLuhan）提出的“地球村”已经成为现实，数字时代正处在蓬勃发展之中。今天，世界范围内大约有70亿互联网用户。思科系统公司估计2014年4月时大约有121亿台设备连接到互联网，预计到2020年的时候这个数字将猛增到500亿。事实上，这家互联网公司称目前每秒大约有100个“物体”会连接到互联网，而这个数字到2020年就能达到250个。总体来说，思科系统公司互联网商业解决方案小组预计物理世界中存在着1.5万亿个“物体”，而且99%的“物体”最终都会成为某个网络的一部分。当然，这种预测是过于乐观还是基于现实，就要由时间来证明了。

与此同时，这些“物体”出现了新的形状和形式。连接到互联网的“物体”不再只有计算机和智能手机，还包括停车计时器、恒温器、健康监测器、健身设备、交通摄像头、轮胎、道路、锁具、超市货架、环境传感器，甚至牲畜和树木。另外，这些功能呈指数级增长，因为不同的数字技术相互交叉，软硬件价格不断下滑，持续的连通性变得更快速更可靠，而且开发者正在努力将设备、应用、平台等更好地进行整合。

不管是独立使用还是联合使用，这些设备都为各个行业和消费者提供了新的特征和全新的能力。例如，调节恒温器、开灯关灯及为前门锁设定临时密码——都能通过在城市另一端或者地球另一端的智能手机实现。而且，这种技术通过社交媒体、众包、地理位置信息及最终的大数据和分析学为以一种全新的能够激发人们兴趣的方式对数据加以利用提供了机会。后者综合运用了现在庞大且不断增长的数据

集。有观察家确信所有这些数据很快就会成为一种真正的货币，对商业、股票估值和并购活动产生影响。

互联网可以帮流行病学家实现对病毒传播过程的接近实时的监控。食品百货店可以在顾客在店内走动的同时分析他们如何购物以及他们观察或购买的商品。服装制造商可以即刻发现正在发生改变的时尚品位和潮流。制药公司可以实时掌握消费的模式。城市管理者也可以分析从传感器和其他系统获取的数据，更好地管理拥堵、废弃物处理、公用设施、自然资源等等。没有哪个行业能避开物联网的影响。这项科技使一大批物理和虚拟系统具备了智慧及更深层次的洞察力和理解力。

全新框架：从IoT、IoH到IoE

现在，我们都清楚物联网就是字面上所表示的连接到互联网以及彼此相互连接的“物”或“物体”。它可以是任何物体，随便举几个例子：电脑、平板电脑或智能手机、健身设备、灯泡、门锁、书籍、飞机引擎、鞋子或橄榄球头盔。这些设备或物体中每一件都具有自己的UID（唯一识别号码）和IP地址。这些物体通过线缆和无线技术（包括卫星、蜂窝网络、Wi-Fi和蓝牙）连接起来。它们使用了内置的电子线路和通过芯片和标签后期附加上的RFID或NFC（近场通信）技术。无论具体的实现方式是怎样，物联网都能利用数据的移动实现在房间的另一侧或者地球另一侧的某个地方进行操作。

但是，在物联网的庞大范畴内，存在几种关键的区别和差异。介绍到这里，就需要解释几个基本的概念。术语“联网设备”（connected device）指通过标准的互联网交换数据并受益于网络（有时是私人网络或封闭网络）连接的设备。联网设备不是必须连接到物联网的，但是越来越多的联网设备都连接到了物联网中。而且，它们将连接性扩展到了计算机之外，渗透到世界的各个角落。

根据2014年5月美国市场研究公司ABI Research公布的一份简报《物联网对万物互联：区别在哪儿？》（*Internet of Things vs. Internet of Everything*：*What’s the Difference?*），世界上存在两种基本类型的联网物体：物理性第一和数字化第一。前者包含除非在被增强或控制情况下，否则通常不会产生或传播数字数据的物体和程序，“而属于数字化第一这个范畴的物体和程序能够产生数据并将其传播出去发挥更多作用，它们通常本身就具有这种能力或者被精心设计成具有这种能力。”

这种区别非常重要。举例来说，一本书的复印件和黑胶唱片都是物理性第一的物体。但是，电子书和MP3音频文件就是数字化第一的。这两者本身就属于数字世界，因为它们是由二进制代码而非物质组成的。同样，实体商店是物理性第一的，而网店则是数字化第一的。虽然许多物理性第一的物体可以通过数字工具和科技，例如RFID，获得数据标签，但它们通常不能达到相同的数据水平或相似的认识层次。例如，市场营销人员可以通过研究点击情况而追踪读者使用和阅读一本电子书的方式；而带有数字标签的精装版图书或许能够标示出其所处位置，但是除此之外，它也提供不了别的什么信息了，因为纸和墨可不是数字的。然而，假如图书管理员要查找放错地方的图书，这种带有数字标签的物理性第一的物体还是能发挥作用的。

能将物理设备带入数字领域的一种重要工具是RFID技术。该项技术依赖微型芯片，从安装在机器内的传感器或安装在设备外部或内部的芯片中搜集信息。RFID技术同时使用有能源（经常是电池）的“主动标签”和不需要电池或其他能源的“被动标签”。两种标签使附近的RFID读写器能够收集数据并与电脑进行数据交换。如果RFID芯片在读写器识别范围之内，就会自动给电脑发送信号和数据。

被动式RFID尤为令人着迷，因为它不需要能源，标签有效期是20年或更长，而且每枚标签的价格也就几美分而已。被动标签从附近的读写器获取所需的能量。设备中卷成圈的天线构成电路，而标签会形成磁场。

另外一个进入物联网领域的术语是“工业互联网”，其核心是装备了传感器从而变“聪明”的机器。这些设备常常成为物联网的管道工程或信息技术基础。例如，工业机械或者货车可能向物联网传送数据。这些数据也可以与其他数据结合进一步提升性能和整体价值。在工业互联网内，通信通常通过三种方式进行：M2M（机器对机器）、H2M（人对机器），以及M2S（机器对智能手机）或其他设备，例如平板

电脑。显然，每种方式都有不同的影响和结果，我们会在书中对此加以探讨。

物联网如此强大是因为它将物理性第一的物品彼此相连并连接到数字化第一的设备，包括电脑和软件应用。这就使得这些设备能够在团组或多点的基础上进行互动和实时分享数据——一般是通过云计算。另外，当这些机器与使用各种计算设备的人——特别是IoH（人联网）——相连的时候，一个全新的概念框架就诞生了。

这一切的总和就构成了IoE——这是由互联网公司思科系统公司创造的一个术语。它代表了一种演化程度更高、更加先进的状态——物理世界和数字世界混合构成一个统一的空间。随着越来越多的功能相互连接、交错，这种人类——机器浑然一体的世界所具有的价值就被释放出来了。正如ABI Research研究公司所言：“随着由人控制的物体通过机器学习和人工智能而变得更加智能，它们对人类干预的需求可能会不断降低。今天还需要得到此类指导以理解人类用户偏好的物体在未来会与它们运行的环境融为一体。从这个意义上讲，万物网是迈向具有更高浸入水平智能的一块踏脚石。”

联网设备的概念最早出现在20世纪90年代初期。那时，麻省理工学院自动化识别系统中心（Auto-ID Center）的研究人员开始考虑建造一种系统，允许物理世界中的设备通过传感器和无线信号相连。1999年，麻省理工学院自动化识别系统中心［该机构于2003年关闭，而之后EPCGlobal（一个负责EPC[注]网络的全球化标准的非营利组织）开始将所谓的EPC技术商业化］的创建者之一凯文·艾什顿（Kevin Ashton）创造了“物联网”（Internet of Things）这个词。早在1997年，他就考虑到了使用RFID技术帮助日用消费品企业宝洁公司管理产品供应链。他在这家公司担任过助理品牌经理。两年之后，当自动化识别系统中心创立时，艾什顿在建立RFID全球标准的过程中发挥了关键作

用，之后他成为一名高科技企业家，成立了多家属于他自己的创业公司。

当时，研究人员将RFID视为物联网发展的必然先锋。该项技术与近场通信、条形码、二维码及数字水印一起，为衔接物理物体与虚拟世界提供了一种方式。2009年，艾什顿在《RFID期刊》（*RFID Journal*）撰文指出，物联网将把以人为基础的数据输入改变为以人和机器为共同基础的数据输入。虽然目前互联网上的大部分数据形式为文本文件、信息、音频、相片及视频文件，物联网会获取新的不同形式的数据，它会用不同的方式将数据合并，而且也会使人类和机器获得更加广泛和深入的见解。

那篇文章的标题是"'物联网'的那些事"（*That'Internet of Things' Thing*），文中艾什顿这样表达了自己的想法：

> "今天，计算机——当然，还有互联网——几乎完全倚赖人类为其提供信息。几乎所有……互联网上已有的数据都是最先由人类取得和创造的——通过打字、按下录制按钮、拍摄数字相片或者扫描条形码。传统的互联网图解包含了服务器、路由器等等，但是都忽略了数量最多、重要性最高的那种路由组成部分：人。问题是人的时间、注意力、精确性有限——这一切都意味着人类并不擅长捕获有关现实世界事物的数据。
>
> 这是一个重大问题。我们是物理存在，我们的环境同样也是。我们的经济、社会和生存不是建立在思想或信息基础上，而是建立在物体基础之上。你不能以二进制数字为食物，不能燃烧二进制数字取暖，也不能向油箱里加二进制数字。思想和信息很重要，但是物体更重要。然而，现在的信息技术过度依赖人类产生的数据，致使电脑所了解的思想比物体更多。
>
> 我们需要允许计算机运用它们自身特有的方式收集信息，这样，它们就能够亲自观察、倾听和嗅闻世界……"

毫无疑问，世界互联的潜力巨大。物联网可以深入到远远超越人类视觉、听觉、嗅觉和意识能力的，难以被察觉且常常是无形世界中所存在的缝隙角落之中。物联网创造出新型的网络和系统，以及完全不同的数据、信息和知识传播通道。在这个过程中，通过正确的信息输入和分析，计算机和人类可以解开控制这个星球上的所有物理现象和各种事件的密码。这可能意味着我们可以利用物联网实现一些简单的功能，如知道包装食品什么时间过期或机器什么时间将出故障；或者非常复杂的，如在横跨整个城市的自动网格中管理智能汽车。又或者，使用可以识别顾客、知道其喜好并在合适的场合和时间发送相关信息和购物优惠券的智能货架和设置标签的产品。

也有一些与物联网相关的概念，虽然听起来跟科幻小说差不多，但很可能在未来二三十年内在现实世界中出现。例如，植入人体内或者佩戴在身体上的射频传感器和其他设备可以收集数据并利用物联网传递关于血压、血糖、心跳和其他生命特征的特定信息，同时监控用药剂量。这可以保证人们总是服用正确的药量。所谓的纳米机器人也可以帮助医生监控老年病人，提醒医生何时查房或在发生紧急情况时通知医生。如果一个监控器发现了问题，它可以立即向医生或紧急联系人发出警报。同样，3D打印机可以根据要求制作多种物体，包括人体替代器官。

能够对思想进行限制的只有人类的想象力和创造力。因为物联网仍然处于发展初期，还有大量技术和工程难题需要克服，包括为移动设备研发更好更持久的电池、制造更小的设备及将更多传感器安装到已有的智能手机和其他设备之中、找到将传感器内嵌到包括衣服和机械等所有事物中的方法、完善微型化、发明更好的算法处理所有数据并保持低信噪比[注]以及设立标准和平台实现数据分享和广泛的兼容性。现在，任何传感器，不管是物理的还是虚拟的，都可以变成数据源。而且，所有这些信息在收集到之后都能被加以分析，因此，机遇无限。

1. EPC，产品电子代码。——编者注
2. 信噪比：指一个电子设备或电子系统中信号与噪声的比例。——编者注

危机四伏的互联网

虽然互联网引入了一个新的世界，信息、交易和社会互动都在以光速进行，而且在很多情况下节省了巨大的时间和成本。同时，互联网也明显成为黑客攻击、数据泄露、恶意软件、网络攻击、窥探和各种其他问题的温床。这些问题已经将千百万消费者的个人和财务数据置于危险之中，而且也引发了大范围的身份盗用和欺诈。据美国身份盗用资源中心（Identity Theft Resource Center）统计，2013年发生了614起已知的重大信息泄露事件——比2012年的数据增长了30%。这些事件仅在美国就牵涉了9 200多万条信息记录，触及包括零售、卫生保健、金融服务等在内的所有领域。更为严峻的是，这个问题并没有减速的迹象。

物联网加大了危险程度，也产生了全新的威胁。在第六章中我们将详细讨论安全和隐私风险，很明显许多对此关注的人士认为这些问题的前景令人担忧。根据国际信息系统审计协会（现在英文中仅用缩写ISACA，之前的英文全名为Information Systems Audit and Control Association）在2013年做的一项调查，92%的公众对连接到互联网的设备所收集的信息有所顾虑。电脑黑客已经攻破了一系列物联网设备，包括汽车、视频摄像机和婴儿监视器等。另外，白帽黑客（他们因寻找漏洞旨在改进软件而不是利用其获利而得此名）已经发现了与医疗器械相关的漏洞，包括胰岛素泵、呼吸机和心脏除颤器。

强占视频摄像机的黑客可能只会让人心生恐惧，但通过编程使车辆刹车失灵或者使人体内的心脏起搏器停止运行就会产生致命的危害了。显然，要使物联网设备和连通性向前发展，工程师、设计师、开发员和安全专家必须解决一系列问题。一些领域令人极为忧虑，例如

工业机械、卫生保健和交通，因为这些领域一旦出现问题，人们的生命、健康和福利就会受到威胁。

颠覆世界的物联网

互联网在不断地演化。半导体、微电子学、计算机设计、储存设备、云架构和其他方面的持续进步带来了新的功能和特性。更高带宽的蜂窝数据网络和更快速的Wi-Fi建立起了更强大的基础设施，为物联网提供了支持。思科系统公司和全球商业网络（咨询公司）GBN共同发布的报告《互联网演化》（*The Evolving Internet*）中指出：阿帕网的原始架构根本没有预料到今天的互联网——包括庞大的用户数量及伴随产生的安全风险。该报告也提到，虽然互联网包含了彼此相连的大量数字印象、存储系统、光纤、射频、传送设备、交换机、屏幕和终端，它同时也涉及横跨科技、应用、参与者和政策之间的一系列复杂关系。

所有这些因素都会影响互联网的未来和物联网发展的方向。不管怎样，有一件事是明确的：互联网的广度和深度将超越人类输入和交互能力。以IP为基础的数字科技与我们的日常生活交织，云计算、移动应用、众包、社交媒体和大数据在影响人类行为和界定人类互动方面发挥着越来越重要的作用。随着物联网被人们接受并深入到我们的生活之中，它必定会进一步重新定义从医疗保健、零售业到娱乐和政治等所有方面。我们将身穿连接到互联网的衣服，驾驶智能到足以总是选择最快路径的汽车。

物联网的到来绝对是一件具有颠覆意义的大事。有些人将其称为工业革命2.0。也有人认为它会引发剧变，将比之前的任何科技平台都更深远地改变世界。虽然不可能预测到具体的过程及最终的结果，但很明显人类与机器之间的界限将继续变得模糊。而且，联网和独立运行的机器将日益展现出它们本身的智能。在你阅读上一段落文字的同时，又有数千件设备连接到网络之中了。

未来已经朝我们走来。

第二章
移动、云及数字化工具开启的互联世界

为物体添加标签和将携带智能手机的任何人变成潜在的数据点的能力会产生非同寻常、意义深远的影响。

毫无疑问，各种芯片和传感器以及通过智能手机或平板电脑的人类输入产生了数量庞大的数据。与现有的数据源——许多组织机构保存着数十年前留存下来的数据库和记录——合在一起，就产生了一大片新的数据探索前沿领域。

THE

INTERNET OF

THINGS

移动塑造未来

过去10年间，各种数字技术已经改变了世界。它们重新定义了人们交流、协作、购物、旅行、阅读、研究、看电影、收集信息、预订假期、管理个人财务及处理大量其他事情的方式。同时，它们颠覆了现代企业，重新界定了包括从销售到物品在供应链上的流动等所有方面。今天，全球的互联网经济规模接近10万亿美元。到2016年，世界全部人口的一半——大约是30亿人——将使用互联网。

移动性是这场革命的核心。虽然移动电话和笔记本电脑已经出现超过25年了，而且个人数字助理，例如掌上通（Palm Pilot），在20世纪90年代就已经出现了，但是直到2007年苹果公司推出iPhone，单个设备才能够以几近完美的外观造型提供高水平的功能和大量的特性。2010年，iPad的推出再次证明移动时代真正降临了。突然之间，利用强大的新方式进行互动和交易就成为可能。今天，一部价值几百美元的典型智能手机比将航天员送上月球的造价为150 000美元的阿波罗导航计算机具备更高的处理能力。

现在世界范围内正在使用中的手机大约有68亿部。在许多发展中国家，手机是上网的唯一方式。这些设备中大约有15亿台是智能手机，而且这个数字还在快速上升。更重要的是，移动设备的总量马上就要超过25亿。根据信息技术咨询公司高德纳公司（Gartner）的分析，通过移动设备进行的网上活动已经占到了网上活动总量的一半以上。后个人电脑时代（post-PC era）——由麻省理工学院计算机科学家戴维·D·克拉克（David D. Clark）在1999年提出的一个术语——显然已经从一个未来概念演化成为现实了。据波士顿咨询公司（The Boston Consulting Group）预测，到2016年移动设备将占到所有宽带连接的4/5。

智能手机以及平板设备正在改变着人们利用互联网和分享数据的方式。它们也为商业、教育机构、政府部门及其他组织带来了新的挑战和机遇，因为这些组织都试图利用社交媒体和实时数据流。同时，除了云计算之外，移动技术提供了关联联网设备的新方式。具备连通性和互联性的网络比之前的任何事物都要强大许多。这项技术堪称具有革命性意义。

现在，一部iPhone或安卓手机可以用作遥控器控制家庭影院设备，操作空调，管理智能家电，与接入互联网的浴室体重计、婴儿监视器、汽车、锻炼运动器械、心跳监控器及很多其他设备进行互动。智能手机能够追踪大批的车辆和器械，检测机械是否运行正常，追踪儿童和宠物。另外，iPhone、iPad和其他设备的接口可以连接到外部设备和传感器，进一步扩展了设备的功能和性能。目前，除了传感器、软件和电池的现有技术限制之外，思想只受限于创造力和想象力。但是，即使是这些界限也正在随着新的研究进展和突破而快速地消失。

进入蓝海

移动通信设备的构想要追溯到一个多世纪之前。在20世纪30年代末，美国军方开始使用无线电通信设备，也被称为“步话机”，重约25磅[注]，工作范围大约是5英里[注]。1946年，切斯特·古尔德（Chester Gould）在他创作的连环漫画《侦探特雷西》（*Dick Tracy*）中介绍了双向的手表无线电设备。这种腕表通信设备成了该连环画中的亮点，而且明显地激发了公众的想象力。之后，在20世纪40年代，贝尔实验室的研究人员，包括小阿莫斯·乔尔（Amos Joel Jr.）、W·雷·杨（W. Rae Young）、D·H·林（D. H. Ring）创造出了一种系统，允许拨打电话的人在移动过程中通话和交换数据。这种技术允许一台通信设备连接到不同的蜂窝基站并根据地理位置切换基站。

美国电话电报公司（AT&T），也就是当时的贝尔系统（Bell System），于1946年6月17日在密苏里州圣路易斯市推出了全球首项移动电话服务。这种业务最初仅吸引到大约5 000名用户，他们每周拨打电话约30 000次。按照现在的标准来看，当时的系统并不怎么便利。接线员必须人工连接这些通话，而且在其他地区不能使用该项服务。电话机重达80磅，而服务费用是每月15美元，每个本地电话还另收30~40美分。更出乎意料的是，任何时候最多只能有三个用户同时使用该系统。

直到20世纪60年代，贝尔实验室的工程师理查德·弗伦基尔（Richard Frenkiel）和乔尔·恩格尔（Joel Engel）才组装完成计算机和电子器件，超越了简单地以无线电为基础的通信。其后，1973年，摩托罗拉公司的工程师马丁·库珀（Martin Cooper）在纽约市的大街上拨打了第一个从现代化手机上拨出的电话。这种设备的重量稍大于2.4

磅，电池寿命仅为20分钟，外形就像一个插着天线的大砖块。又过了10年，移动电话开始进入商业市场。1979年日本电报电话公司（NTT）在日本启动了手机服务，斯堪的纳维亚半岛上的国家在1981年开始提供这项服务，而美国在1983年推出了这项服务。你能想到吗？第一种广泛使用的手机是摩托罗拉的大哥大（DynaTAC），标价接近4 000美元。

直到20世纪90年代，随着现代蜂窝技术和轻小型手机的出现，手机才开始进入社会主流。首次生产数字化智能手机的尝试是由IBM（国际商业机器公司）在1993年进行的。这家科技巨擘推出了Simon智能手机，将移动电话、呼机、传真机和个人数字助理功能集于一部设备之中。Simon具备许多功能，包括日历、通信簿、时钟、计算机、便签和电子邮件。它配备了触摸屏，使用手写笔和全键盘进行输入。诺基亚、爱立信及其他公司不久就跟随着先行者开始制作今天的以图标为中心的设备。

1997年3月，掌上通上市了。虽然苹果和其他公司在之前推出过个人数字助理产品（苹果公司在1992年引入“个人数字助理”这个概念），但只有奔迈（Palm）生产的掌上电脑设备在转眼之间风靡起来。除了日常功能之外，用户能够将重要的个人信息存储在设备上，而且它能够与计算机上的软件同步，也允许用户添加应用和额外的特性。一些机种后来还加入了调制解调器和连接到互联网的功能。有史以来，用户第一次拥有了实用的纸张替代品——可以触及的像素。

可惜，这些解决方案——或是在21世纪初出现的任何智能手机——没有一个实现了今天我们已经认为理所当然的点对点联通。实际上，按照现在的标准，它们都非常笨重而且使用起来也经常不顺手。互联网连接速度很慢而且时断时续，软件并不总能像广告所宣传的那样好用，而且其通用界面错综复杂、令人费解。这些设备最多也就算

得上是移动领域中的老爷车。虽然有时候能够联网，但从某些方面来讲它们还不是我们今天所认为的那种意义上的联网设备。

不过，联网移动计算设备的基础已经奠定好了。随着蜂窝网络的改善和Wi-Fi更加普及，实现连通性的一个个要素都已具备。智能手机很快就搭配上了可以实现通过蜂窝网络和Wi-Fi进行联网的芯片。之后，随着iPhone的推出，智能手机的普及率迅速上升。收发信息、查看提醒通知、在社交媒体上发表言论、利用应用扫描文件、交换名片、录音、拍照、识别条形码以及上传各种数据都成为可能。以前仅限于概念化的功能和特性变成了现实。

同时，云计算为在不同设备之间进行文件、图片和数据的同步和交换提供了更好的方式。突然之间，我们就能使用电子登机牌检票，利用条形码预约宾馆，通过数字钱包购买从一杯咖啡到被现场拍卖的商品等各种东西。与此同时，很多企业开始从使用条形码和手工库存系统转变为使用RFID进行货架、车辆、器械、工具等等的标签化和流程追踪。一些公司利用这种技术提高了工厂和仓库的工作效率。另外一些则利用RFID管理供应链取得更高效率。

不过，RFID不仅仅是一种降低成本提高利润的工具。它还在物理世界与虚拟世界之间架起了沟通的桥梁。通过在物体上粘贴一个小标签（或者在设备中安装一个芯片）——不管是利用电磁辐射的微小的无源电子标签还是依靠特高频无线电波的有源电子标签——并安装好一台RFID读写器，一切都无一例外地可以连接到互联网。现在，RFID技术已经被用于道路收费、非接触支付系统、追踪动物、管理机场行李、在护照中嵌入数据、追踪马拉松比赛参赛者以及通过智能手机应用追踪高尔夫球等领域。

---

1. 1磅=0.45千克。——编者注
2. 1英里=1.609 344千米。——编者注

移动技术如何改变一切

为物体添加标签和将携带智能手机的任何人变成潜在的数据点的能力会产生非同寻常、意义深远的影响。这不是演化性的，而是革命性的。从各种各样的物体和设备上获取数据的能力事实上会帮助人类进行分析并获得更深刻的见解。要更加全面综合地研究模式、趋势和行为，无须再基于经验推测，可以利用数据和分析学。

联网设备的一个特征是它们会持续不断地报告使用情况、运行行为、状态及其他信息。简而言之，它们会产生大量可供分析并可以作为采取行动的依据的数据。将人类输入和机器输入联合起来，影响力就会变得更大。从社会媒体中获取数据、使用众包技术及利用传感器所收集信息的能力带来了全新的问题和可能性。借助自动化、准则、分析学和人工智能，我们就能够更加深刻地理解周围的世界。

不可否认，移动技术在地球上的一切事物之间建立起了连接点——可以将其看作中枢神经系统。智能手机和其他手持设备、RFID电子标签、机械甚至人体中内置的传感器和物体中植入的微型芯片为测量和管理之前无法感知的事物提供了迥然不同的方式。移动技术也省去了对建筑和房屋进行接线或改装所需的时间、金钱，避免了由此带来的麻烦。随着宽带互联网络和快速蜂窝网络覆盖了地球上的大部分区域，数据收集、分享和使用方面的限制因素正在迅速消失。

不过，仅仅有移动设备和网络是不能形成物联网的。将数据从设备移到数据库并在大量涵盖无数个人和公司的计算网络之间互传是一项非常复杂、昂贵和烦琐的工作。就像高速路不止需要路和路标，还必须具备一大批由加油站、餐厅、汽车旅馆和其他便利设施组成的基

础设施，物联网也需要系统、软件和工具提供全方位的支持。缺少了这些组件，就只能形成一些零散的技术集合，而且功能有限。

不同技术与移动性的交叉——包括云计算、社交媒体和大数据——提高了影响力。最终一种技术会协助其他的技术，而当这些技术联合起来，一个更为强大和更具延伸性的平台就诞生了。这就像1+1=3这个等式所表达的。确实，使物联网发挥作用就意味着不仅要理解设备彼此相连的方式，而且要清楚网络及整个生态系统是如何改变数据流并创造价值的。美国市场研究公司ABI Research的业务主管约翰·德夫林（John Devlin）认为，“物联网所需要的基本技术已经存在。完成这个拼图的大部分工作是理解怎样将所有的拼块以正确的方式拼合在一起”。

《大转换：重连世界，从爱迪生到Google》[注]（*The Big Switch*：*Rewiring the World*，*from Edison to Google*）一书作者尼古拉斯·卡尔指出，20世纪初应用广泛且价格低廉的电力的出现所产生的影响波及了商业、贸易和社会的诸多角落。例如，电梯使得建设庞大的高楼成为可能，城市的格局因此开始发生剧烈变化。随着标识增多以及商店可以在天黑之后继续营业，城市环境面貌也变了。同理，移动性和云计算提供了全新的可能性并带来了相似的变化。

---

1. 《大转换：重连世界，从爱迪生到Google》一书中文版由中信出版社于2016年1月出版。——编者注

畅享云服务

现在，我们对于各种各样的云计算都已经习以为常，而且几乎互联网或计算运作的所有角落都无一例外地受到云计算影响。许多人将这种环境称为效用计算，因为各种服务可以说关就关，说开就开。另外，使用模式可以实现动态实时调整。云计算还带来了另一个现实：处理、追踪和同步数据的能力比以前大大增强。几乎任何单个的组织或政府都无法建成一个能够支撑物联网的数据存储基础设施。而且，通过使用应用程序编程接口（API）——本质上就是连接应用程序的小型程序，就有可能创造一个更具灵活性和更加自动化的环境。这种软件使不同的设备和系统能够彼此对话，即使是在它们采用不同的标准或协议的情况下。

虽然“云”一词意义宽泛，在不同的语境中指代不同的场景，但它的基本意思是在庞大的网络（例如互联网）中运行的分布式计算环境。通常互联网中的计算机集合为用户提供一个平台或一项服务，其采取的形式可以是通过互联网或私有网络提供的软件、硬件和各种服务，包括存储。虽然这个概念并不新颖——托管服务或管理服务的想法早在20世纪50年代就通过分时[注]的概念问世了，但其在运算能力、带宽和软件开发方面的巨大进步在过去数年内重新定义了这个领域。

用来解释物联网如何形成以及移动性和云起到哪些作用的一个很好的例子就是一批新式健身设备的出现。多年来，跑步、散步、骑自行车及其他健身项目的爱好者如果想要追踪自己的进展情况就不得不用纸和笔记录下他们的运动数据或者购买可以记录他们的步数和距离的设备——在某些情况下包括选择内置全球定位系统的路径。近年来出现了一些设备，可以通过电缆或无线技术（例如蓝牙）将信息同步

到应用软件或网站。虽然这些设备连接到了互联网，但它们都只不过是一种关于物联网可能性的原始版本。

在过去的几年间，新一代健身设备将锻炼成果及对其进行追踪的能力提升到了一种完全不同的水平。例如，Fitbit手环依靠内置的电子元件（包括一个加速计和高度计）记录步数、卡路里、攀爬楼层以及活动时间。一些机型还能够记录夜间睡眠状态。这些配备有机电激光显示（OLED）读数器的设备，会定期通过蓝牙连接到智能手机或电脑，将数据传到云端。数据在云端经过分析后，用户会收到以图、表或其他数据形式所呈现的信息，可在网站或通过移动应用查看。

不过，这种设备的功能远超过仪表盘。首先，其软件与其他应用相互连接，并将数据发给它们。这使得将与互联网连接的跑步机、健身自行车等器械所记录的数据添加进来成为可能。其次，人们也开发出利用心率计追踪跑步、记录走路或跑步线路的其他智能手机应用以及记录食物和卡路里摄入的应用。再次，人们甚至能够以仅仅几年前还想象不到的方式与其他用户在健身竞赛中比赛、记录减肥情况及考察健康程度。

这些功能的显著之处并不在于这种能够详细全面测量和记录活动的技术，而在于这种与Fitbit或相似设备连接的由服务与应用构成的生态系统。这种生态系统最终会生成一幅相当精确的运动全景图，记录了个人在全天所进行的活动，包括从运动到饮食习惯，从营养到睡眠等。计算机从一系列设备和应用中读取所有数据，将数据编入算法，实时发送非常详细的结果和分析。如果没有移动技术、云计算和联网系统，这一切就不可能实现。用户能得到的就是一个个彼此隔绝的数据岛屿，提供的信息有限。

---

1. 分时：一个中央处理系统同时为数个使用者服务。——编者注

当社交媒体成为生活的一部分

移动性和云正在从根本上为互动和交易搭建起新的方式。例如，在过去10年间，社交媒体已经从一个新奇的想法变成了主流现象。2014年年初，每个月约有超过13亿的人使用Facebook，其中68万人至少在某些时段是通过移动设备联网的。同时，Twitter（推特）声称拥有接近6.75亿用户，每天发表大约58亿条推文。

这些网站以及一干其他网站绝不仅仅是汇集了一些随机的发帖。通过它们，人们可以实时了解政治、娱乐、时装和消费这些不同领域中所出现的行为、趋势和态度。通过利用这些数据，人们创造了一个具有完全不同的接触点的互联世界。咨询公司哈伯研究公司（Harbor Research）的科技和业务发展总裁格伦·奥尔门丁格（Glen Allmendinger）指出："过去，公司卖出一件产品后这件产品就消失在黑洞中。根本没有办法知道人们用它做些什么或者有没有其他的市场机遇。"现在，利用社会化倾听[注]（Social Listening）策略，就有可能观察到之前隐匿起来的模式。

这些社交媒体分析应用软件不断地通过应用算法收集到越来越多的因素，包括网站或网页的点击量和访问量、特殊访问者的数量、评论的语气、搜索引擎排名、点击行为数据、网上讨论分享、某个人拥有的有影响力的朋友或关注者的数量、某个人社交圈内态度或情绪的变化以及众多其他因素。另外，现在网站将人类输入与手机数据结合了起来。它们利用时间标记、网上签到数据和地理位置数据更好地掌握顾客如何购物、用餐和旅行。在每一种情形下，如果没有集合了传感器和实时通信功能的智能手机或平板电脑，这些都不可能实现。

1. 社会化倾听：通过监测潜在用户的行为和对话来帮助市场营销人员确定新方向的策略。——编者注

充分利用众包

人类因素在众包领域也变得更加突出。诸如卫生保健等领域是移动技术和大数据的最大受益者。在物理世界中，理解一种传染病如何散播和人类采取什么样的行为方式很困难，因为这一过程中总是存在许多未知的变数。而制定有效的治疗方法更是为一项本就易出错的任务增添了复杂程度。但是，利用智能手机、云、众包和大数据分析学，就能将数据集弄个一清二楚。研究人员现在依靠这些工具研究所有的事情，从普通病毒的传播到饮食锻炼如何影响肥胖和卫生保健成本。新出现的众包模式，例如CrowdMed（一个医学病症分享平台，利用众包解决医学难题）使得卫生保健专业人士可以将疑问分包给其他专家并在数分钟或数小时之内得到解答。

众包和物联网具有以深刻而独特的方式拓展到广大领域并影响人类生活的潜能。杰夫·豪（Jeff Howe）指出："科技进步……瓦解了曾经将业余人士和专业人士分割开来的成本壁垒。（随着组织）不断开发大众潜在的才能，爱好者、兼职人员和业余人员突然找到了需要他们劳动成果的市场。"杰夫·豪在2006年创造了"众包"这个词并且出版了《众包：大众力量缘何推动商业未来》（*Crowdsourcing*：*Why the Power of the Crowd is Driving the Future of Business*）一书。他认为众包是应用之前难以利用或分析的知识和技能的一种方式。

此外，市政府部门正在推出手机应用，使市民通过智能手机报告路面的坑洞和其他问题。救济机构利用众包以更好地理解如何着眼于救助和资源。例如"目击者"（Ushahidi），这个软件平台是2008年推出的，由来自肯尼亚、加纳、南非、马拉维、荷兰和美国的程序员合作开发，它能使世界各地的志愿者在地图上标注包括从自然灾害到政治

动荡在内的所有事件。这样就形成了复杂的聚合应用，具备实时可视化、地理空间表现及精细的公众追踪（crowdmapping）功能。

所有这些功能重新定义了收集数据和利用数据的传统方法。由于互联网和越来越多的低成本技术——包括智能手机——的出现，连通性和联结性所面临的壁垒降低了，同时降低的还有以前从数万或千百万人或设备中收集数据过程中会产生的费用。过去需要用纸张、平邮信件和长达数月的制表等工作现在可以瞬间完成，而且获得的结果可以随着环境或行为的变化进行动态调整。

大数据=大成效

毫无疑问，各种芯片和传感器以及通过智能手机或平板电脑的人类输入产生了数量庞大的数据。与现有的数据源——许多组织机构保存着数十年前留存下来的数据库和记录——合在一起，就产生了一大片新的数据探索前沿领域。总的来说，按照网络业巨擘思科系统的统计，数据量以每年50%~60%的增速增长，而移动数据量大约以年均61%的增速增长。据国际数据公司（International Data Corporation）预测，截至2020年全世界将有40泽字节[注]的数据（一个泽字节相当于2 500亿张DVD的总容量，相当于连续不停地观看高清视频超过35年时间）。平均下来，也就是每个活着的人有6太字节——大致为每人300万本书。

虽然大数据这个词已经成了流行语，它还是一个有着正当依据的概念，它指的是围绕着收集、存储和使用由结构化数据（存在于数据库中）和非结构化数据（不存在于数据库中）产生的数据集，通常表现为消息流、文本文档、照片、视频图像、音频文件和社交媒体。高德纳公司的现任分析员道格·莱尼（Doug Laney）早在2001年就给出了关于大数据的简短而有效的解释。他认为大数据有三个基本构成，即“3V”：量（volume）、速（velocity）和样（variety）。“量”指的是数据的数量，“速”指的是数据产生和得到利用的速度，而“样”指的是现在存在的数据的多样性。

一些学科，诸如天文学、气象学、油气勘探和工程学等学科，长久以来依靠庞大的数据集解决问题、建立模型。物联网以指数方式增加了数据源的数量以及数据的量、速和样。转眼间，它就不仅仅关乎收集和生成数据并将数据储存在井然有序的数据库中了。物联网包含

了卫星、停车计时器、自动售货机、电视机、POS机、煤气泵、食品包装、家用电器、灯具开关、卫生间和超市货架。它包括了可以将数据用流媒体技术上传到云端和实时分析学系统的任何事物。

接下来的挑战是分辨出正确的数据并有效利用数据集。对大数据进行筛选并对其加以利用的能力将决定联网设备是否能够完全实现它们具有的价值。的确，随着莱尼的“3V”变得越来越重要——部分是由于数字融合和物联网，商界将发现提高自己的分析速度和行动速度至关重要。他们不得不以更加轻盈智慧的方式运营。

这股兴起的科技潮流为我们理解世界带来了更全面和具体的方式，而复杂的社会聆听系统、众包模型和联网传感器与设备联合起来将达到更精细的分析水平。这将可能提高气象预报模型的精确度，基于快速创新建立起更加灵活的制造模型，使用数据生产更好的产品，更有效地推广产品，快速推出新的服装系列或饭店菜品，并彻底改变企业与客户之间的互动方式。

---

1. 1泽字节=270字节。——编者注

关注未来

有一件事是无可争议的：移动设备在未来数月和数年之间将变得更加智能化。今天的智能手机已经能够实现基本的“听觉”和“触觉”功能。它们具有内置的话筒、照相机、GPS芯片、加速计、陀螺仪和其他传感器，能对广大范围内的环境因素和状况做出反应并采取行动。这些元件共同为设备创造出了更多智能并将其从一部手机转变成一台改变我们世界的多功能计算机。

在不远的未来，智能手机将具备嗅觉和味觉并具有更高的场景感知能力。这不仅能通过在剧场内或午睡时阻止电话通信而使手机更智能，而且也带来了更加先进的功能。例如，具有温湿度传感器并通过蓝牙技术连接到心率和血压仪器的手将提供更多关于运动表现和身体健康的信息。智能手机也能够将更细微的街区数据提供给气象预报员，这样他们就能够依据更详细的数据分辨水平建立更加精准的预报模型。

这些概念现在已经具备实现的可能性了。位于旧金山的Adamant科技公司现在正在开发一种将嗅觉和味觉数字化的小型处理器。这个系统使用大约2 000个传感器辨别气味和味道，几乎可以与人类鼻子中大约400个传感器相提并论。这个设备可以探测出人们是否有口臭或有没有酒后驾车。智能手机中的数字鼻子在将来可能会检测出潜在的疾病或腐臭的食物。

另外，如果公共健康部门的官员能够使用这些类型的数据——通过众包或自动数据收集的方法，瞬间就有可能辨别出被感染的肉或其他食品。如果包装上安装了射频电子标签，制造商和商店就能找到被污染的批次并立刻将其下架，从而降低发生大范围疾病的风险。同

样，具有感知能力的手机也可让顾客在线“感受”布料和质地。而且，应用程序可以实现增强现实（AR）功能，把手机摄像头放到物品——包括从一棵树到一座玛雅金字塔在内的任何物品——的上方就能即刻阅读关于它的信息。

可穿戴技术——智能手表和手环，智能眼镜比如谷歌眼镜，以及智能服装——已经出现了。这些设备将拓展和增强物联网，使获取数据更为便利。它们也能够减少注意力分散，使人们无须从口袋或钱包中拿出电话进行查看。电子纺织品和可穿戴设备也具有感知身体机能甚至探知环境中的热量、高水平紫外光和化学物质以及过敏源和毒素的能力。事实上耐克、阿迪达斯等公司已经开始在鞋子和服装中嵌入传感器。

不过，可能实现的功能不仅仅只有这些。研究人员利用蓝牙、近场通信、RFID和其他无线技术也在探索如何使用纳米传感器和光纤进入内部观察坍塌建筑、工业机械及人体。另外，人们越来越关注由智能物体或传感器构成的网络——其数量可能达到了千百万或数十亿，它们彼此互动并表现出场景感知行为。这可能使一群用于包裹运送的无人机在数分钟之内就完成订单派送，并以可能达到的效率最高的方式运营。它可能促进智能工具或智能车辆的发展，确保人们对智能工具或智能车辆应用的方式合理并且不允许使用者跨越安全界限。

我们会在接下来的几章里探讨这些方面的发展及其他的新科技。简单地说，联网的未来开始现身了——而移动技术就像太阳系的中心，其他所有技术都像行星一样围绕着它运转。不断增多的联网设备和系统——尤其是在消费领域——将会以我们能想象到的最深刻的方式改变我们生活、工作和互动的方式。我们才刚刚启程。

第三章
工业互联网

一些人将这种联网的商业世界称为工业4.0，将其视作第四波颠覆性的工业创新（之前的三波包括机械化、大规模生产及计算机和电子学发明），或者直接称之为智能工业或智能制造。

高级机器人学和机器智能可能会将人类完全从制造业和艰苦的体力劳动中解放出来。它们可能重新定义包括从邮包投递、窗户清洗到道路修护和战争在内的一切。

THE

INTERNET OF

THINGS

一种新模型的形成

物联网的核心是工业互联网。它提供了支撑联网机器和数据的基础设施。这个词语通常被认为是由制造业巨头美国通用电气公司提出的，指机器与实现物联网的传感器、软件和通信系统的整合。工业互联网统筹了诸如大数据、机器学习和机器对机器等领域中的技术和工序。

一些人将这种联网的商业世界称为工业4.0，将其视作第四波颠覆性的工业创新（之前的三波包括机械化、大规模生产及计算机和电子学发明），或者直接称之为智能工业或智能制造。毫不奇怪，不同的企业为这种新现象起了不同的名称。例如，IBM将其描述成智慧的地球，而思科系统简单地称之为物联网。

不管具体的名称是什么，科技和商业的下一阶段所具有的结构框架基本相同。工业互联网和物联网拥有相同的科技根基和相同的虚拟空间，尽管前者被视为一种独特的实体或物联网组成部分。但是这两者有一个共同目标——混合与模糊物理世界、虚拟世界以及人类与机器的分野，从而创造出比任何单独的机器或设备都要强大很多的智能。

如今工业互联网的重点还是智能效用度量工具、车辆及资产追踪以及优化工厂、设施和机器的性能。不过，未来几年，现有的数字化设备将以更深更广的方式与机器互联。另外，工业互联网将成为更多消费型设备和系统的基础，这一点我们将在下一章进行探讨。

正如麦肯锡公司发表的《物联网》（*The Internet of Thing*）报告所述：

随着创造价值的新方式的出现，基于目前基本上为静态信息架构的商业模式将面临挑战。如果顾客的购物偏好在特定地点能被实时感知到，动态定价就有可能提高顾客做出购买决定的可能性。理解一种产品使用的频率或强度可以提供更多种选择——例如有些产品可能更适合按使用次数收费而不是进行直接售卖。在制造工序中设置一批传感器就能实现更精确的控制，提高效率。而且，当运行环境时刻处于监控之下以防范风险或以便人们能够采取纠正措施避免损害时，风险和成本都能降低。能够利用这些功能的企业就比那些没有利用这些功能的竞争对手更能获益。

大数据，大力量

在最基本的层面上，物联网和工业互联网是围绕着数据并从数据中获取价值的。今天，由于计算技术的普及和几乎无处不在的网络，数据位和字节能实时抵达地球上几乎所有角落。越来越多的设备（包括台式电脑、笔记本电脑、平板电脑和智能手机）成为收集、分享和获取快速增长的庞大数据的渠道。当然，联网设备，从医院的胰岛素泵到家中的灯光系统，最终都要依靠数据发挥作用或者为决策提供反馈信息。

数据科学家创造了“完全信息价值”（Value of Perfect Information）一词，其中心意思是指以某种产生深刻洞察力的方式统筹数据点、集合和分析的能力。实现该目标非常具有挑战性，因为收集到完全信息所要求的所有信息并建立一种以合适的方式纳入所有变量的算法困难程度非同一般。例如，天气预报需要进行非常详细和精微的数据收集，然后将相关数据联网，最后通过复杂算法分析这些数据。理论上讲，如果科学家能够正确使用合适的系统和软件并具有充足的计算能力，他们就能进行100%精确的天气预报。

至少在目前看来，存在着太多变量和限制因素以至于人们难以完全地理解任何复杂的事件，不管这些事件是关于天气、农业、制造业、卫生保健、交通运输的还是关于股票市场的。因此，数据科学家并没有期望建立完美的模型，而是专注于利用大数据和分析学建立最理想的模型。这些模型中包含了预测型数据分析，其目标是在某个事件发生之前对其进行辨识或理解。例如，这可能帮助银行弄清楚顾客什么时候将会改变习惯或者辨识出考虑购买一部新车但是还没有开始采取购买行动的顾客。也能够帮助组织机构理解什么时候一个机器零部件可能坏掉以及顾客在商店中可能购买哪些产品。

联网机器和物体发出的数据流呈指数级增长。数据管理企业威普罗公司（Wipro）在报告《大数据：催化制造业表现》（*Big Data：Catalyzing Performance in Manufacturing*）中指出，波音737飞机从纽约前往洛杉矶的6个小时飞行过程会产生多达120太字节的数据，这些数据会被收集和储存在飞机上。更重要的是，工作人员可以通过分析这些数据了解飞机引擎的性能和健康程度。

毫不奇怪，数据正成为一种具有价值的经济资产。事实上，信息技术咨询公司高德纳公司已经预测，信息资产和数据将在未来几年里出现在企业的资产负债表中。数据成为通货将影响股票估值、并购行为等各个方面。不过，这种经济价值超出资产的范围。麦肯锡全球研究院预测，大数据可能降低制造业中50%或更多的产品研发成本。分析学软件分析大量数据点的能力也会发现质量或服务差距，削减营业成本，从根本上改变组织机构开展机械和人员投资的方式。

随着组织机构逐渐学会如何利用大数据并将数据投入应用，格局确实正在发生改变。虽然数据库、软件应用和非结构化数据流已经带来了大量的知识，这些知识在地球物理界限内所存在的尚未得到利用的庞大数据面前也会变得黯然失色。从历史角度看，还没有出现过对这些数据进行测量、收集和处理的方法。超出人类视觉、感觉和工具识别界限的信息就如同无线电波、紫外线和其他信号一样看起来是不存在的。只有在我们创造出能够检测这些电磁波的设备和系统之后，它们才会对人类产生意义。

物联网将会使数据点的数量成倍增长。普遍存在的连通性、成本低廉的传感器以及易于操作的微电子学的结合现在将会使几乎所有事物连接到互联网成为可能。突然之间，牛奶盒、道路、桥梁、车辆、树木、机器、医疗设备和电力系统都成了数据点。当然，所有这些彼此交叉的数据创造出了全新的洞察力和机会。

传感优势

传感器是工业互联网的核心。在过去几年间，巨大的科技进步及微型化为探知自然环境创造了新的机会。

今天，数据输入点及联网系统的清单中又加入了许多新的事物，例如地理定位和全球定位系统设备、条形码扫描器、温度计、气压计、湿度计、振动传感器、压力传感器、陀螺仪、磁力仪、相机、音视频监视器、加速计、运动传感器、雷达、声呐及激光雷达。谷歌公司应用激光雷达，操控其自动（无人驾驶）车队，现在被称为Google Chauffeur（谷歌司机），已经运行了700 000英里，没有发生过一起由技术缺陷引起的撞车事故。

不过，传感器收集到数据后，还需要计算机、储存系统和软件对数据进行管理和分析。联网系统——经常依赖应用程序编程接口在需要数据的时间和地点通过应用程序或者为应用程序提供数据（这些小型软件组件连接起不同的设备和软件程序，实质上定义了互动行为及数据交换如何发生）——使对事物的后端处理成为可能，例如数据挖掘、面部识别和翻译系统。例如，一个系统可能在某个人步入商店时识别其身份或根据她的面部表情提供购物建议或者使一个人对一种语言的标识或信息拍照后收到即时翻译成为可能。它也引入了增强现实的功能，使得人们可以通过给某个事物拍照，例如埃菲尔铁塔，即刻获得相关信息。透明的说明性文字会出现在原图上方或显示在智能眼镜中，例如谷歌眼镜。

这可能引发无限的可能性，而且对商业来说潜在价值非常巨大。按照麦肯锡公司咨询师迈克尔·崔（Michael Chui）、马库斯·勒夫勒（Markus Löffler）和罗杰·罗伯茨（Roger Roberts）的说法，工业应用

的物联网代表着一波全新机会的到来。他们在2010年撰写的报告《物联网》中指出：

> 可预测的信息通路正发生着变化：物理世界本身正成为一种信息系统……这些网络生产了大量流向计算机的可供分析的数据。当物体既能感知环境又能进行交流时，它们就成为理解复杂性并对其快速反应的工具。所有这一切所具有的革命性意义就是这些物理信息系统现在开始得到有效利用，而且其中一些甚至在大部分情况下无须人类干预就能运行。

这一切对商业中的前沿阵地又会带来怎样的影响呢？机器生成的数据现在大约占到组织机构掌握的所有数据的15%。然而，这个数字在未来10年将可能增长到大约50%。智能资产——基本上指配备有传感器并彼此相连的设备——将提供参数数据、使用信息以及对于操作员作为、状态和健康程度的监控。在工商界，物联网将可能带来巨大的利益。即使是燃料成本1%的降低或在因系统无效导致的资本支出方面做出的类似改善都可以实现百千万亿美元的节省。工业互联网也可以创造价值数十万亿美元的经济活动。

互联世界改变一切

许多重要的功能都产生于工业互联网，而且这些功能要素在组织机构使用这种科技时经常相互重叠。其中包括：

位置感知（Location Awareness）

现在，通过越来越多的摄像头、传感器和卫星，运动和动作是可以被追踪的。这种数据越来越能定义我们生活的这个世界。数字相机在相片中记录了地理位置数据；蜂窝塔通过时间标记记录携带移动电话的用户路过时的精确时间；读卡器和应答器系统（例如电子收费系统E-ZPass），记录着驾驶员何时驶过某个收费站；而社交媒体应用例如Facebook、Twitter和Yelp（美国最大的点评网站）依靠上线通知技术记录某人在何时何地更新了状态或登录。同时，全球定位系统芯片和卫星可以辨识任何时刻飞机、火车或车辆所处的精确位置。

虽然全球定位系统已经存在了20多年——使一系列卫星绕地球旋转的想法早在20世纪50年代就被提出来了——但它仅代表着整个位置感知拼图的一个拼块。其他重要的组成部分包括：拥有作为独特的机器标识的媒体访问控制（MAC）地址的计算设备；能够在网络（例如互联网）中追踪一个设备的位置的互联网协议地址；指示一个设备在局域网（LAN）中所处位置的以太网地址；连接物理和虚拟世界的RFID电子标签和相似的传感器。

在这种新的物联网秩序中，智能手机代表了地理位置中的最后1英里。智能手机通过利用GPS芯片、蜂窝塔三角测量系以及当地的Wi-Fi数据或辅助GPS（A-GPS）技术（在前两种信号太弱或因建筑物或障碍物无法获得时），就可以持续不断地进行数据采集。这些都依赖于各种网络资源识别用户及其所处的位置，从而实现与设备的交互。

实时定位系统（RTLS）已经在许多行业和商业中得到应用。其中包括:

·基于GPS的导航系统以及蜂窝技术广泛用于移动过程中的卡车、船只以及飞机的追踪。

·车队追踪系统使后勤和运输公司可以优化行程安排，分析驾驶员效率，追踪车辆速度和车辆位置以及更好地了解燃料和维护费用使用情况。

·库存和资产追踪技术，经常融合射频技术，用于识别物理资产或追踪它们在供应链中的位置。过去十多年间，零售商已经在货物托盘或货箱上应用这些系统识别运送途中的货物位置。不过，现在零售商已经将RFID应用于单个货品。这使建立更加耐用的系统和引入全新的特征和功能成为可能。

·人员追踪和身份验证。通过配置有RFID的证章、应用GPS和位置感知服务的智能手机应用等工具就可以在任何时候探查某个人的行踪。这种技术广泛用于安全部门和实验室，包括施行严格批准或进出控制的政府部门办公室和军事基地。

关于实时定位系统及其在物联网中所发挥作用的一个优秀案例发生在美国俄勒冈健康与科学大学（OHSU）。这家位于美国俄勒冈州波特兰市的健康研究机构为包括从输液泵到拐杖在内的资产配置了电子标签以便定位。另外，它们也能追踪与设备相关的性能数据。这种做法不仅节省了寻找器械所花费的时间，而且有助于确保设备能够正

常发挥功能。俄勒冈健康与科学大学现在正在考虑为病人和临床医生配置电子标签以便更好地获知他们在哪儿花了时间，他们在大学内怎样行动以及病人在房间内等多久临床医生才会到达。临床科技总监丹尼斯·敏森特（Dennis Minsent）说：“这项技术让我们洞悉如何更有效率地进行管理。”

另外一个组织，美国Hawaiian Legacy Hardwoods（一家木材买卖公司）也利用高科技系统改变了低技术含量的木材和生态旅游业。从2010年开始，这家位于火奴鲁鲁的公司为225 000多棵树安装了带有GPS坐标的RFID电子标签。而且建立了一个数据库用来收集关于种子储备、施肥计划、灌溉计划等方面的信息。在那段时间内，该公司丰富了他们的数据库并且根据从树木网络获取的信息对工作流程进行了调整，其首席信息官威廉·吉列姆（William Gilliam）说：“我们几乎可以追踪某棵树的所有信息。而我们要做的就是简单对其扫描，做好记录并记入系统。”

诸如苹果公司的iBeacon等技术带来了甚至更加强大的功能，能够改变人们的购物方式。一旦零售商能够追踪顾客在商店中的行走路径并辨清该顾客在什么时间和地点徘徊，就有可能接入过去记录的购物和行为模式，用分析学软件对数据进行解析，从而确定提供优惠券或奖励是否会产生效果以及如果能有效果，应提供多少折扣或者多少奖励积分。从成千上万个购物者身上获取的综合数据也能帮助零售商更好地进行商店设计或优化货架和产品布局以提高销售量。分析学软件可以发现人类眼睛无法看到的各种趋势和联系。

增强型态势感知（Enhanced Situational Awareness）

另外一种利用传感器的方式是将其嵌入物理环境中，包括道路、建筑、土壤、植物及海洋。当成千上万个传感器彼此连接的时候，就有可能以更高的分辨率观看数据并更加详细地理解联系和模式。举例来说，在城市中，智能交通网络可以以最高效率指引通行并优化交通指示灯实现最大的车流。这不但能够提高上下班的通行速度而且能够随时允许更多的车辆上路通行。

而且，这种技术为包括农业和天气预报等各领域都带来了便利。现在，农场主利用嵌在机器和农田中的传感器更加精确地——也是以对环境友好的方式——安排施肥喷药。传感器监控土壤的湿润程度并根据土壤湿润度和天气预报启动灌溉系统。奶牛、猪和其他动物甚至都联网了。某些预测认为在美国和欧洲已经有超过1 400万的联网农场，而且到2020年联网设备将超过7 000万。OnFarm（面向农场主的数据及分析软件提供商）和Trimble（导航公司）等企业在引领这种数据革命，开发系统测量所有事物，包括从土壤湿度和土壤吸力到土壤酸碱度和优化施肥模式等。

同时，越来越强大的计算机、传感器、大数据和更加精细的计算机建模和模拟工具使天气预报达到新的更加精确的水平。现在的未来6日天气预报跟10年前的未来5日天气预报大约处于相同的水准。除了卫星和传统的气象站之外，研究人员在物理环境中不断安装使用更多的传感器。美国国家海洋与大气管理局（NOAA）国家环境预报中心的运维中枢主任本·凯格（Ben Kyger）说，这一行动的目标就是提高网格分辨率从而做出更精确、提前时间更久的预测。事实上，美国国家气象局已经在利用社交媒体输入和众包技术实验在微模块水平上接入天气数据。

传感器和众包技术为获得更高分辨率的数据创造了新的契机。IBM托马斯·沃森研究中心（IBM Thomas J. Watson Research Center）的杰出工程师劳埃德·特瑞尼施（Lloyd Treinish）是“深雷”（Deep

Thunder）项目的负责人，该项目试图通过更精细的数据采集和分析学改进天气预报模型。劳埃德称农场机器的监测数据、土壤和空气中的风力和湿度传感器以及智能手机和其他设备提供的数据，增进了人们对所有事物的理解，从不同街区的气温和风力情况到气压和湿度都包括在内。只要拥有了准确的数据和准确的数据点，突然间就有可能提高预测能力，建立更加有用且具有经济价值的模型。

从联网的物理世界所获取的数据也可以用于维护物理基础设施和公共安全。依靠联网的桥梁、隧道和道路，就可能迅速了解什么时候其结构接近失效状态。这就很容易确定哪些风险和修复要优先处理。另外，利用已有的合适的软件和仪表板，就能够查看整个物理基础设施的数据。换言之，某个机构和组织可以明确地确定——基于结构化数据而非意见和政治——现实存在的风险以及将问题解决或放任不管的成本。

今天的商业界和政府已经在应用强型态势感知技术进行交通管理。美国洛杉矶、纽约、孟菲斯和圣克鲁斯的执法机构使用数据输入和实时分析学确定可能存在的风险并根据“预测性警务”这一新生概念安排警力和资源。许多公司不断安装更多的传感器——从视频监控到监听装置不一而足——探测各种问题并利用数据更好地开展道路建设、兴建水管理设施和飞机制造厂等等的管理工作。

基于传感器的决策分析学（Sensor-Based Decision Analytics）

物联网同样也为涉及范围更广、更复杂的人类规划和决策提供支持。依靠充分的计算能力、合适的传感器及充足的存储量，就可能将数据收集和分析提高到之前看来全然无法想象的水平。例如，麦肯锡

咨询公司指出，广泛布设在地壳内的传感器网络可以为钻探公司带来全新水平的观察力和洞察力。一个关于传感器和监测活动如何带来改变的很好的例子就是总部位于瑞士的跨国油田服务公司威德福国际有限公司（Weatherford），该公司正将RFID技术应用于评估钻井器械的情况并确定何时需要对其进行修复升级。

在瑞典交通管理局，对使用频繁的货车和客车进行的肉眼检查已经由沿着长达13 000千米的轨道设置的电子检测系统所取代。通过利用RFID电子标签、读写器以及蜂窝网络和局域网将数据传输到中央监控设备，技术人员能够从150多个沿路监控点获得相关数据。他们能够在列车全速呼啸而过时发现过热的轴承、车轮损坏、振动问题等。RFID项目经理伦纳特·安德森（Lennart Andersson）说：“在出现严重损坏之前，我们就能够将设备替换下来。”

综合数据——零售商用其加深对顾客购买习惯的理解，制造商用其理解器械，卫生保健公司用其更加精确地预测行为——在接下来的25年内将在各个领域中带来突破性的改变。相机、视频、音频、运动数据和其他输入源将创造出新的更好的算法、模拟和建模方法。一旦环境和人类配备了传感器，企业、政府和其他机构就能够将每天都拍摄的快照数据转换成可以对每一瞬间进行调整、改编和修改的动画。

实际产生的影响可能更加深远。基于传感器的决策分析学不仅提供关于某个事件或态势的即刻反馈，而且还能实时提供关于使用情况和消费模式的更深层次的信息。这就为开展按需付费定价以及采用根据需求或其他因素而动态调整的费用模型提供了机遇。航空公司已经开始使用动态模型实时调整定价，尽管现在的模型与在高度联网的商业世界中使用的模型相比简直是小巫见大巫。

在不远的将来，大批的监控设备也会实时地检测健身、健康和用餐情况，使得保险公司等机构能够根据设备提供的明确的测量结果及传统的体检结果和实验室测试结果确定保险费和承保水平。利用这种

模型，那些自愿提供数据和展示健康生活方式的人们可能获得经济奖励，也许会是更低的月度保险费。

自动化及控制（Automation and Controls）

建设工业化互联网的最后一个步骤就是建立利用机器智能（有人将其称为人工智能）将流程和决策自动化的系统。将人类置于这个循环之外会实现速度和效率的增加，而这能够彻底改变商业、教育和政府。

过去数十年间，机器人已经接管了装配线和加工业。它们能够完成用铆钉固定、喷涂和焊接等任务，承担了多种具有挑战性的——如果不是枯燥无味的或具有危险性的——工作。它们也进入到了医药领域，发挥作为外科手术工具的功能或成为模仿人类动作越来越逼真的假肢。不过，现在它们开始具有感觉能力（包括视觉和触觉），同时也具有使它们能够自动运行的某种程度的人工智能（AI）。随着21世纪的发展，机器人将随处可见。

高级机器人学和机器智能可能会将人类完全从制造业和艰苦的体力劳动中解放出来。它们可能重新定义包括从邮包投递、窗户清洗到道路修护和战争在内的一切。另外，机器智能领域的重大进展将可能催生新的机器人和其他系统，能够不断地分析执行情况并学习更正它们自己的以及其他机器和人的错误。随着传感器网络将一波又一波数据提供给计算机进行分析，算法和软件也变得更加擅长在场景中分析数据并据其采取行动，新的而且可能是超常水平的自动化和智能将会出现。工业系统或机器人可以自动调整工具和器械的使用方式、化学

药品和配料组合的方式或者一家公司管理维护飞机引擎的方式，而机器人可能更多地被用于制造业。

另外，庞大的传感器网络可以提供关于情况变化的即时反馈。这对管理有限或稀缺资源（例如能量和水等）具有重要意义。事实上，越来越多的设施引入了追踪和显示实时消耗模式的智能测度表。这些测度表也为分析可变费率及利用非高峰定价策略提供了工具。未来，智能电网将允许家庭和企业，包括消耗大量电能的大型数据中心，利用精细的算法优化使用方式、节省能源并降低费用。现在，与空调设备联网的智能温度调节装置已经能根据建筑内外的温度决定何时开关空调及如何将室内外空气混合到最佳水平。

这一技术也能够快速而准确地感知难以预测的态势并在自动化系统协助下做出即时反应。这种概念的核心是人工智能。其目标是什么呢？模仿人类思维和决策过程，不过会将这种概念发展到远远超出人类所拥有的能力范围。现在的汽车和飞机使用的防撞系统——这些系统会发出音响警报甚至采取矫正措施——就是人工智能应用的例子。不过，在未来，这些功能将会不断改进。例如，成队的纳米机器无人机或机器昆虫可以执行清理石油或有毒废弃物泄露，探测坍塌建筑物搜寻地震幸存人员的任务。

未来战争的形态

工业互联网同时也为产生焕然一新的军队和截然不同的战争形态奠定了基础。近年来，军用无人机已经改变了战斗的形式及政府追踪恐怖分子的方式。例如，美国在阿富汗、巴基斯坦、索马里等地都已经部署了无人驾驶飞机（UAV）。部分原因是成本：美国安全项目（American Security Project）发布的报告显示，军用无人机的价格是大约650万美元，而同等性能的战斗机费用接近1亿美元——而且无人机不会置飞行员于危险之中。另外，无人驾驶飞机的运转成本比由人驾驶的飞机低很多。

操作人员可以端坐在距离遥远的地方——有时在数千英里之外通过网络连接操作飞机，扣动发射炮火、导弹和炸弹的扳机，其情形就像在玩电子游戏。不过，这种独立运行的无人机只是军事高度互联的第一阶段。在接下来的几年内，车辆、重型设备、医疗器械、护目镜及更多设备都将联网。各种系统将不断地纳入增强现实技术——数据及计算机生成的信息将覆盖在实际发生的事件之上。

进一步讲，更加先进的功能也可能出现。美国国防部高级研究计划局（DARPA）正在尝试如何利用机器部队——包括昆虫，它们会通过爬行、滑行、潜行和飞行的方式深入到敌后完成预定任务。这可能包含自动捕杀——这是联合国和其他组织为人道和法律目的正在探索的功能。但是这些设备也可以执行多种危险任务，例如拆除炸弹或营救战场上的受伤士兵。而且，联网设备在战场之外也具有重大的意义。它们能够协助收集数据并对数据进行更加有效的分析。这将对从情报收集到行为预测和资源管理等在内的一切活动都产生影响。

发挥联结的作用

随着越来越多的工业机器和部件成为物联网的一部分——包括一大批的遗留系统（legacy system），例如锅炉、暖通空调（HVAC）、列车和船只引擎及电气系统——建筑、运输系统和工厂的性质、设计及工作方式发生了巨大变化。嵌入式传感器及持续的连通性能够实现检测食品包装损坏、轮胎磨损及房顶漏水的功能。此外，机器人技术和纳米科技与物联网的交叉（这部分内容将在第七章详细分析），产生了全新的且经常是令人惊奇的功能，包括可以执行危险的建设和拆建任务的网络化自动设备。

毫无疑问，工业互联网和范围更宽广的物联网加深了我们对大量物理系统的认识。这种技术的影响力已经非常强大。在企业供应链中，传感器能够提供关于货物状况和位置的即时反馈信息。端对端监控创造出了一种完全不同的数字化商业类型，更加灵活且更具成本效益。这就可能更快地进行创新并将产品推向市场，更高效地获得材料和部件，提供更高水平的顾客服务。

技术与系统的结合也开辟出了全新的商业领域。2013年12月，在线零售巨头亚马逊的首席执行官杰夫·贝佐斯（Jeff Bezos）公布了在几年内运营无人机编队，按照需求快递包裹的计划。我们将在第六章探讨其社会影响，但是有一个事实是非常清楚的：无人机将迫使业界整体发生剧烈变化，而且如果这种想法得到推广，无人机快递业务可能彻底改变消费者购买和使用商品，甚至旧产品回收的方式。按照需求制造产品的3D打印技术很可能将带来进一步变革。这种技术已经在很多产业中得到应用。

正在形成的定价和使用模型是以物联网及实时进行数据管理的联网物理环境为基础的。现购现付保险只是一个开端。在航空工业中，越来越多的飞机引擎制造商保留对他们产品的所有权，并按照通过推力测量的实际引擎使用情况向航空公司收取费用。在许多城市，现在都可以通过现购现付模式按小时租赁自行车或汽车。举例来说，汽车租赁服务商Zipcar通过智能手机使顾客找到离自己最近的车辆。RFID应答器解除车辆锁定，而车内的黑匣子将数据通过无线连接传送回服务器（不过，公司基于隐私考虑不会追踪顾客的位置）。这种车辆也配有抹去数据装置，以应对丢失或偷窃事件。

在公众健康领域，结合了众包技术的联网设备正在改变专家看待和应对疾病暴发（例如流行性感冒）的方式。实时观看形象化信息并观察模式改变情况的功能，有助于理解病毒怎样扩散及哪些地方需要额外的医药和资源。另外，越来越精细的计算机模拟技术可以模拟不同的疾病暴发情形，并显示出不同的措施对艾滋病和有毒气体等各种各样威胁会产生怎样的影响。

麻省理工学院民用及环境工程系的研究人员在副教授鲁本·华内斯（Ruben Juanes）的带领下正在应用智能手机和众包数据深入研究美国40个大型机场对传染病传播过程的影响。该项目可能有助于发现在特定地理区域阻止传染扩散的有力措施，并协助公共卫生官员在传染病传播初期做出关于接种疫苗或治疗资源分配的决策。

为了预测传染病传播的速度，华内斯团队正在研究个人在出行模式方面的变化、机场的地理位置、机场间互动的差异以及每个机场的候机时间。华内斯作为一名地球学家，利用对液体在地下岩石中裂隙网络内流动方面的前期研究为该项工作建立了算法。此外，他的团队接入了手机使用数据，实时对人群移动模式进行分析。他说，这样就形成了“一种与典型扩散模型迥然不同的模型”。如果没有物联网，这一切是不可能实现的。

毫无疑问，工业互联网代表着一项巨大的进步。机器对机器的连通构成了新一代政府和商业的基础。机器通过网络彼此交流的能力——这种过程称为遥测（telemetry）——将事物发展到了一种完全不同的状态。这将带来更快更优的决策和更高程度的自动操作，为更多的消费设备和服务提供支持。不过，为了发挥物联网的全部潜能，各种机构必须掌握如何整合系统、设备和数据并在面临不断加大的安全风险和隐私顾虑背景下将它们投入使用的能力。关于安全和自动化的问题以及技术方面的挑战依然存在，这些挑战和问题能够中止或者至少削弱物联网所能发挥的作用。

第四章
消费类设备智能化

不难想象，有一天人们将利用自然语言命令、智能手机控制器及联网设备列出购物清单、寻找食谱以及完成其他动作。智能手机应用将指引你在商店中找到想要购买的商品。回家之后，你也不用再琢磨一大堆令人摸不着头脑的按键和控制器，而是可以把物品放进微波炉说一声：“给面包圈解冻”或者“重新加热一下咖啡”。

THE

INTERNET OF

THINGS

无线世界

每个普通家庭现在都设有大约75个电源插头。观察一下这些插座，同时数一下一直通电以及我们会定期通电的设备，你可能发现这样的设备大约有200~300个，从烤箱和中央暖气到吸尘器、灯具、iPad及充电器等都包括在内。至此可见，我们高度依赖各种各样的机器设备支撑着每天的生活。

每种设备在过去的某个节点都代表了一种最前沿的突破。每种设备都具有创造更好的或更舒适的未来的能力。有了洗衣机就无须人们辛苦地在石头上敲打衣服或用沙和肥皂搓洗衣服。灯为人们提供了更好地汇聚光线、专注任务的方式。烤面包机可以轻而易举地烤出褐色的面包而无须启动烤箱或使用明火。有了收音机，人们就能在几分钟之内收听新闻资讯而无须等待第二天的报纸。电动修枝剪让园丁可以在几秒或几分钟的时间内就修剪完以前需要几小时才能剪完的树丛。

现在，我们已经对这些设备以及其他很多设备习以为常了。它们本就构成了我们日常生活的一部分。当然，经过这几年，其中许多机器变得更加先进，好用了不知多少倍。洗衣机和其他设备利用电路板将衣物洗得更干净、更自动化而且节省能源。灯具配备了调光器，人们可以进行亮度调节。烤面包机具备自动设定功能，甚至配有传感器探测面包圈什么时候烤得刚刚好。同时，收音机被装进了电脑里而修枝剪也提供更好的设计和更安全的功能。

消费类技术的进步令人惊叹，尽管人们总是忽视这一点。此外，消费类电子产品以及近年来设备具备的强大计算能力，已经深刻地改变了我们观看电影电视、交流、购物、收集信息及处理其他纷繁复杂的任务的方式。可以说，世界因科技进步而更加美好。科技进步提供

了休闲时间，有助于推动社会进步，也使机器和汽车更加安全，使医药更有效，并且为现在的人们提供了过去几代人只能在幻想中出现的舒适状态。

一些社会学家和文化选集编者，包括阿尔文·托夫勒（Alvin Toffler）和丹尼尔·贝尔（Daniel Bell），提出了一种观点，认为我们正在跨入注重信息和服务而非仅仅是商品消费和使用的后工业时代。有大量证据支持这种观念。根据多个不同的市场研究报告，美国的每个家庭都有大约7件联网设备。但是，经济合作与发展组织（OECD）预测到2020年这个数字将达到20。此外，这些设备所依赖的技术变得越来越重要。市场研究公司NPD集团发现，88%的移动设备用户已经对家庭自动化系统有所了解。而且，越来越多的智能手机、电子书、蓝光播放器等设备用户表示，互联网连通性及查看内容的功能——有时是跨多个设备——是他们在购买产品时会首先考虑的。

联网设备改变了我们认识产品和物体的方式，而且它们也使我们的行为发生了巨大变化。在25年前，观看电影的主要方式就是去当地电影院或电影城花几美元买票入场。今天，我们可以从附属在电视机上的流媒体播放器购买或租借电影，也可以在平板电脑、智能手机和游戏机上通过无线网络观看。在机舱和咖啡店里我们都可以看电影、听下载的音乐。同样重要的是：社交媒体上的评论和推荐对思考和做出购买决定的影响越来越大。

联网设备转化成了联网的人，同时也转化成了人群间全然不同的关系。不过，尽管这些人类联结关系非常重要而且意义非凡，但它仍然只是物联网整个拼图中的一个拼块。连接到互联网的单个设备或物体其本身的功能能够得到增强，而且经常会为其使用者带来实质性的增值。然而，将设备连接到一张巨大的网络——实质上也就是物联网——能够实现可能性和功能的指数级增长。

例如，接入互联网的照明开关不仅能让房主使用智能手机设定开关时间并使用同一部手机进行人工控制，而且可以与分析房内所有灯具用电情况的软件相连接并通过提供用电建议为房主节省费用。更进一步讲，这些数据可以由效用软件进行分析，以便更好地理解消耗模式并设计新的费率和奖励措施以推广更加高效节能的使用模型。类似的可能性也出现在其他行业中，包括汽车、健康护理及金融服务等。

另外，在各种物体和包装上安装RFID标签等传感器也可以带来令人不可思议的功能。突然之间，厨房里的食物储存室就可以辨别出储存的大米或萨尔萨辣酱量是否过少了；冰箱可以确定面包或奶油已经用完，到应该购买的时候了；卫生间的橱柜可以提醒房主去购买卫生纸或牙膏，甚至会自动将这些物品加入到采购清单中。然后，当消费者走进食品店，接近所需要的商品所在的通道时，消费者就可以收到来自智能手机的提醒或通知，甚至额外得到一张购物优惠券。

当然，大量的互联设备转换为更多的数据交叉点以及更多令人震撼的可能性。从现实情况来看，我们才刚刚迈进互联设备的时代。虽然家庭网络和无线网络已经广泛使用了十几年，而且更加快速的蜂窝网络连接变得更加普及，但为这些设备提供支持的平台和基础设施才刚刚开始成熟。过去经常发生的情况是，不同的系统和设备彼此不能轻松地兼容合作。此外，在可以大幅降低分享和数据同步的复杂性的云还没有出现之前，快速无缝数据分享根本就无法实现。

今天，创新的步伐正在加快，数字技术也变得成熟。随着数据平台发挥作用、分析学出现进步、云成为信息科技的标准组成部分、移动应用功能和精细程度得到提高而且RFID等传感器价格大幅下跌，物联网的基础正在形成。显而易见，我们的世界从此将不同以往。我们正在踏入一个新的时代，彻底改变我们所做的一切。

连接赋予价值

联网设备的概念一点也不新鲜。在数十年前，我们就能将头戴式耳机插进立体声系统或便携式CD播放器的音频插孔，在更加隐私的情形下收听音乐和信息。我们也可以很简单地将定时器连接到灯和电源插座中间从而控制开关灯的时间，还可以使用遥控器控制电子设备。在计算机时代，使用USB端口就可以非常简单地连接一系列外围设备，包括外接硬盘、数码相机、数码录音机、耳机和麦克风、血压监测仪、乐器以及大量其他设备。

毫无疑问，在设备或工具上添加外围设备或部件可以增加其价值。但是，这种类型的设备连接也仅止于此——只是一个物体与另外一个物体的简单连接。这种模型只提供有限的特性和功能。此外，也无法将一件设备，例如灯定时器，进行更加复杂的应用。更糟糕的是，应用于很多这种设备中的接口，说好听点是笨拙些，说难听点就是复杂了。有很多甚至还需要人工编程和不断更新编程。相比之下，连接到互联网的电灯开关可以每天上网核对日出日落信息并自动根据光照变化进行调整，也可以让用户轻而易举地通过智能手机设定和重设规则，并通过向IFTTT（一个网络服务平台，可以让互联网服务更加智能、自动地为人们服务）等服务发送文本信息控制开关。

确实，联网设备和系统在过去几年间变得更加精细。由于有更好的用户交互界面、改进过的软件、简单的远程使用操作、改善了的技术标准及更习惯使用设备的顾客，为联结性和互动性搭建的平台已经形成了。这些技术进步与速度更快的半导体、全球定位系统、加速计等传感器一起，消除了硬件物理层及支持代码，从而推动价格降低并进一步激发对联网设备的需求。

从遥控器上就能看出这种趋势正在发展。以前，消费者每购买一件电子设备就获得一个遥控器。之后通用遥控器出现，一个遥控器适用于多个机器。但是为电视、DVD播放器、收音机调频器和流媒体设备等设备人工编写代码很困难——有时候简直是折磨人。不过，新式的基于软件开发的系统可以安装在智能手机和平板电脑中。对设备进行设置就相当简单直接了。使用者只需输入设备制造商信息和型号，软件就搜索数据库，自动对遥控进行编程，然后将其设置好，使所有设备能够彼此和谐地进行操作。

更加智能的软件和系统以及更加精细和更具目标性的算法不仅应用于多种工具，大幅减少了设置或使用一个设备所需要的步骤，也带来了全新的特点。例如，在刚进入2000年时，流媒体播放器开始出现，TIVO（一种数字录像设备，能帮助人们非常方便地录下和筛选电视上播放过的节目）等数字化录像设备广为流行。这些设备显示出了联网设备有多么强大，会如何改变多个行业整体的进程。过了几年之后，消费者就能够进行时间平移（time shifting），按照需求观看节目。再不久，基于互联网的流媒体服务和广播电台出现了，满足了人们快速增长的对不论何时何地都能传送的内容的兴趣。由于传统广播和电视的观众减少了，整个商业模式开始出现根本性的改变。

今天，部分是由于物联网的出现，消费者行为和消费模式正在发生着显著的变化。消费者已经放弃CD，改用数字音乐下载和流媒体音乐服务。他们把精装和平装的书合上了，因为他们选择使用Kindle、Nook和安装苹果iBook应用的iPad。音像店已经消失了。杂志正在电子化，纸质版地图折叠放进了历史图书中。在此过程中，电视观众量已经从巅峰快速下滑——今天的节目通常拥有的观众量只有20多年前类似节目所赢得观众量的大约百分之四五十，而报纸广告收入从2005年以来已经下滑了大约50%。

换言之，互联世界的出现正发挥出一种具有前所未有的能量的破坏力。忽然之间，我们就可以使用智能手机操作洗衣机和车库门，通过手机修改门的密码和给访客或维修技师设置临时密码，利用智能化的灯、恒温控制器、安全系统等组装出一个家庭自动化平台。制造商推出了集线器，能够控制越来越多的设备用具。大型公司，比如提供HomeKit智能家居平台的苹果公司，实际上正在强势进入家居自动化领域。

协议和平台的崛起

长达数年，联网设备大多局限于定时器（timer box）和爱好者工具箱（hobbyist kit）。安装控制灯光和其他器具的系统需要大量的时间及精力去捣鼓、修补和调整设置。让一切和平共处、共同发挥作用有时绝对让人饱受折磨。位于苏格兰的皮可电子公司（Pico Electronics）在1975年研发出了一种最早的标准——X10。除此之外，这家公司还研发出了第一个单片计算器、播放黑胶唱片的可编程唱机转盘以及可操控点灯和其他家电的遥控器。之后，这家公司对X10接口进行调整使其用于个人电脑。虽然X10协议展示出了使用家居自动化会带来的可能变化，但是它却没能得到广泛应用，而且几年之后就在家居自动化前沿领域中变得鲜为人知。因为它太昂贵而且太笨拙了。

不过，其他协议出现了，主要有Z-Wave、ZigBee和Insteon。举例来说，Z-Wave无线通信平台使用了900兆赫范围内的低能量射频波连接电子设备，包括电灯、门禁、恒温控制器、安全设备、烟雾报警器和其他家用电器。通过优化，它具有低延时性和高可靠度，这就意味着它可以在设备之间搭建起可靠而持久的连接。此外，它以每秒100千字节的速度进行小型数据包交换。这样一来，它就不会受到周边无线网络和蓝牙系统的干扰。现在，超过160家制造商正在生产应用Z-Wave技术的产品。

ZigBee提供了建立个人局域网（PAN）的通信协议。个人局域网允许用户连接不同的设备并在某些情况下将数据向上传输到互联网。ZigBee将重点放在实现设备之间低成本、低速率的通信上。它基本上是在10米范围内起作用，最大传输速率大约为每秒250千字节。这种平台使用128位加密算法保护数据，能将信号通过中间的ZigBee设备传输

到处在更远位置的设备，从而建立起一种网状网络（其中所有设备或节点都能将数据分程传递到网络）。这就使得ZigBee最适用于利用低数据速率以及仅是间歇性使用的应用。因此，ZigBee现在广泛用于包含电灯开关、恒温调节器、电表、健康监测仪及多种工商业系统的无线自组织网络（wireless ad hoc network）之中。ZigBee联盟声称，事实上有400多家企业生产出了600多种相关产品。

作为第三种主要的平台，Insteon依靠电线和空中的射频控制电灯开关、电灯泡、恒温控制器、运动传感器、监控摄像头等设备。这就使得它能够越过经常会阻碍无线电波的钢铁、混凝土等物体所造成的障碍和干扰。由于Insteon可以以每秒38 400比特的较高速度进行传输，因此没有采用指令控制方式管理设备而是基于对等网络方式。在这种网络中，每件非电池设备都发挥双向中继器的作用，这样系统就可以在网络中发现速度最快的可用路由完成数据交换。Insteon声称其技术在世界范围内已经应用在100多万个节点中。

尽管Z-Wave、ZigBee和Insteon是比较成熟的系统，但它们并非就是制造商所使用的全部协议和平台。结果就出现了高度碎片化的物联网环境，对许多消费者和公司来说，这种环境十分令人困惑而难以处理。不同的协议实际上经常像彼此隔离的岛屿——都要求不同的而且有时候甚至是多余的设备，降低了家居自动化所带来的益处并且提高了其实现难度。这就导致出现了其他的系统，将不同的家居自动化协议和平台兼容起来。Revolv就是此类产品的一种，它宣称可以通过智能手机或平板电脑应用连接多达7种不同的家居自动化技术。就如同通用遥控器可以将不同的电子设备连起来一样，Revolv可以将电灯、锁、恒温控制器、扬声器、智能插座、百叶窗和传感器连接在一个单独的平台中。

当物联网遇见现实世界

虽然许多这样的互联功能已经以某种形式出现二十多年了，但它们通常只由富有且懂技术的人群使用。不过，一批新生的系统——通常价格为几百或几千美元而非几十万美元——已经出现了。而且这些系统变得更加智能、更加便宜、更加互联而且质量更好。我们现在看一下几个主要的领域和场景，在这些领域和场景中，物联网都从根本上改变了人们的生活方式。

家居自动化成为现实

家居自动化的吸引人之处是能够提供更大的便利、更高的安全性和更加节能高效的系统。除了联网电灯、车库门开关和智能锁具，一系列其他的产品也正在出现。例如，新一代烟雾探测器可以在发生火情时向紧急情况处理人员报警。一些系统也能让用户通过智能手机消除掉Chirp[注]并在需要更新电池时通知用户。同时，智能恒温控制器除了便于编程和调整之外，能够优化性能，减少百分之四五十的能量消耗。未来的系统将学会感知何时有人进入房屋从而进行调整。使用一段时间后，它们将自动掌握住户的生活规律以及房屋的特性。据美国弗吉尼亚州立大学的研究人员预计，仅在美国，通常情况下百分之二三十的能量节省每年就会节约1 000亿千瓦电和150亿美元。

事实上，该项技术越来越多地被用于控制家庭中每一件电子设备——甚至也会用于管理非电子设备。智能安全系统和视频监控已经随处可见。这些系统实现了远程监控、远程防盗和解除防盗功能，而且一些系统还会激活网络摄像头并在系统察觉到异常时发送文本报警。

不久，这些安全系统将可能识别出在智能手机中装有永久或暂时授权令牌的居住者并使用面部识别技术在某人未经许可进入时做出判定。在后一种情形下，系统能够向保安公司或执法部门报警。

物联网和家居自动化应用最热门的一个领域是厨房。制造商LG已经推出了智能家电，包括冰箱、冰柜、洗衣机和烤箱，允许房主使用智能手机或者自然语言指令进行操控，例如“用温水开始洗衣服”。而且，房主也可以在出门在外期间更改设置或者让洗衣机开始清洗衣服。同时，LG冰箱中配置的智能管家让你可以通过内置的摄像头在智能手机上查看冰箱中都存放了什么。这种冰箱还配备一种追踪保质期的新鲜度追踪器（Freshness Tracker）和根据特定时刻内冰箱内保存的物品提供建议并显示食谱的膳食计划器（Meal Planner）。

不难想象，有一天人们将利用自然语言命令、智能手机控制器及联网设备列出购物清单、寻找食谱以及完成其他动作。智能手机应用将指引你在商店中找到想要购买的商品。回家之后，你也不用再琢磨一大堆令人摸不着头脑的按键和控制器，而是可以把物品放进微波炉说一声：“给面包圈解冻”或者“重新加热一下咖啡”。类似地，我们将命令电视或流媒体播放器打开并转到我们想看的内容或频道，就跟现在苹果Siri和谷歌Google Now语音助手使用户可以通过语音命令操作手机差不多一样。

健康领域前瞻

几乎没有哪个领域能提供比健康卫生行业更加令人信服的支持的联网的理由。耐克Fuelband智能健身手环、Fitbit手环和Jawbone健康追踪器等给我们带来了仅仅几年前还无法想象到的洞察力。这些设备连接到与其他应用共享数据的应用，在个人健康领域建立起一套完整的产品和服务生态系统——从锻炼到营养，一应俱全。卡路里和营养信

息不需要人工记录在表格中。这些设备通过加速计测量活动情况，使用条形码扫描器极为全面地掌握卡路里、营养和锻炼情况。这些数据通过网页或智能手机应用以图表、图解和图片的形式传递给个人。

这项技术也强势地延伸到了其他领域。联网体重计将数据传送到云服务器，而云服务器又将数据传递到网页或智能手机应用中的个人信息仪表板。睡眠追踪系统记录诸如噪声等级、室内温度和光亮等环境数据，与放在床垫下面的传感器联合起来，提供有关夜间睡眠规律和周期的详细信息。这些与智能手机应用结合成一体的系统制作出了越来越多的个性化程序，用于助眠和叫早。另外，现在也出现了测量和矫正姿势的系统、测量锻炼过程中运动程度和氧气消耗的设备以及通过智能手机应用即时提供反馈的袖珍等长训练[注]器。

不过，个人健康只是向着更加互联的未来迈出的一小步。越来越多过去价值数百数千美元的医疗设备已经出现在互联领域，包括血压计、血糖仪及会发出提醒、配制合适的药量并在出现异常时向护理人员和医疗人员报警的居家配药系统。在并不遥远的未来，医生也有可能在我们体内嵌入微型传感器和纳米机器人。这些设备可以检测我们的器官和组织，确定什么时候需要服药并按最佳剂量配药。它们可以调出详细信息传递给临床医生。

物联网将可能在医药行业掀起一场革命。人们将不需要每年看医生只为了做个几分钟的检查，护士也不需要不断地对高危病人进行巡视，传感器将全天24小时、全年无休地提供连续不断的监测和数据。使用新一代软件和精细算法，智能医疗仪器就能分析详细的数据流，在早期查找出潜在的问题和触发点，这样医生和其他从业人员就可以以更加积极和充分的方法治疗病症。

同时，消费者将利用3D打印机制作医疗设备，例如夹板、注射器和支架。医药专家将能打印用于更换的组织，例如皮肤和各种内脏。

事实上，多所大学的研究人员已经成功地实现了所谓的生物打印。例如，康奈尔大学的一个团队已经打印出了人类耳朵，可以替换受伤或切断的耳朵。来自美国维克森林大学再生医学研究所（Wake Forest Institute for Regenerative Medicine）的另一个团队正在研发3D打印血管，而一家名为Organovo Holdings的公司正在研发可替代肝脏等器官。

互联网金融

今天，人们通过点击一下按钮就能使用网上银行、进行股票和其他证券交易，而且通过点击或接入应用就可以完成付款。通过移动应用顾客可以用手机摄像头给支票拍照然后将支票存入，无须再去银行或ATM机操作。手机实质上就成了银行的一个网点。此外，基于智能手机的数字钱包日渐成熟，用户可以使用数字钱包向停车收费表或自动售卖机进行支付或者在咖啡店里付款。

这些数字支付系统改变着身边的一切，从旧货交换会和自家二手商品甩卖到零售付款都在发生变化。例如，一种名为Square的小型移动支付设备通过耳机孔插到iPhone或iPad上从而构成一件功能齐全的销售点设备。商家只要简单地在Square上端的卡槽中刷一下信用卡，通过软件就可以完成交易。这种系统也具有积分卡功能。顾客的到店购买情况会被自动记录下来，顾客可以通过智能手机应用查看。Square不是该领域唯一的支付处理系统，这并不奇怪，因为包括贝宝和财捷集团等公司都提供类似的系统。

不过，物联网要改变的不仅仅是银行业务和支付操作。例如，在保险行业，所有的创新和从各种设备、传感器和系统中产生的数据将带来全然不同的商业模式。传统的汽车保险方式基于一种总量模型，将一般危险因素和费用都考虑在内。然而，一种现购现付模型已经出

现。一个小型的黑匣子将会被插入车辆的诊断端口，记录车辆的运行信息和里程，并通过蜂窝调制解调器将数据传导给公司。然后，用户按每英里费率根据小型黑匣子所记载的行驶里程——在未来可能也可根据驾驶水平——付费。

飞机、火车和汽车也智能

坐在不断增加的一系列车辆的方向盘前，你就可能看到汽车的未来。车载导航系统和计算机与具备越来越多各种各样功能的智能手机相连接，实现了包括从开锁和启动发动机到拨打电话和在导航系统中输入地址等功能。这些系统越来越多地利用语音命令——例如苹果公司CarPlay系统依赖语音识别工具Siri——将手机和互联网的功能合并。

越来越多的车辆也支持移动无线网络热点及各种将驾驶变形为计算的特性。此外，为计算保险而接入车载计算机的记录行驶情况的黑匣子，会提供远远超过状态灯所提示的具体诊断信息。Capgemini咨询公司在2014年所做的研究发现，现在购买汽车的人中55%已经在使用联网汽车服务或者会在购买下一辆车时要求提供这种服务。只有18%的人表示他们不在乎是否具有联网功能。

虽然今天的车辆具备了很多自动功能和先进的远程信息技术（telematics）特性，包括自适应定速巡航、自动刹车、汽车车道偏离警示和自动泊车等特性，但是完全自动汽车还是犹抱琵琶半遮面。这些汽车将读取交通指示灯、交通标记并使用传感器、卫星和互联网数据在高速路和小路上穿行。从2010年开始，谷歌就在研发一辆使用64束激光系统的自动驾驶汽车。这种车辆（实际上是由10辆改装的奥迪、雷克萨斯和丰田汽车组成的试验车队）已经驶过了弯多且坡陡的

美国旧金山九曲花街和连接加利福尼亚州与圣弗朗西斯科半岛的金门大桥。

数年之后，自动驾驶车辆将可能在智能道路网络中穿行，并通过自动调整车流实现最优容量和速度以应对交通拥堵等问题。通过这些系统，车辆也可以缩短车间距从而提高道路的通行能力。自动驾驶车辆也可以优化燃料效率并减少汽车碰撞。研究显示，超过90%的车辆碰撞事故都涉及人为失误。观察者们认为自动驾驶车辆将燃料效率提高30%。它们也能让高龄人士在自身不能独立驾驶车辆时仍然可以乘坐这种自动驾驶车辆。

我们对车辆的认识可能在接下来的几年间发生巨大的变化。无人驾驶汽车可以帮助推广公共交通观念，而非现在的车辆所有权模式。举例来说，广泛的车辆分享可能会成为标准做法。个人可以简单地使用智能手机下单叫车，车辆在几分钟之内就会自主抵达接人地点。一旦把用户送到目的地之后，车辆将开往下一个用户所在地。

自动系统也可以实现无须人工就能停车。乘车人可以在机场或购物中心的车辆暂停区域下车，之后汽车会自动泊车，在接收到指令时再返回。汽车将使用安装在车位上的传感器确定哪儿有空位。今天，有很多应用已经可以实现在美国巴尔的摩、波士顿、芝加哥、纽约和密尔沃基等城市中支持此项服务的停车场进行车位搜寻和预约。美国波特兰国际机场正在使用一个功能还不太完善的自动系统协助驾驶员寻找空车位。当车位没车时，车位上方的指示灯会变绿，而有车停放时，指示灯会变红。停车通道入口处的标识会显示哪些车位是空的。下一步要做的可能就是将这种信息连接到车辆的导航系统。

不过，车辆只是联网基础设施中的一个组成部分。现在，智能手机应用能为地铁和其他公交形式提供信息。例如，在澳大利亚墨尔本，雅拉电车公司（Yarra Trams）负责运营涉及29条线路、轨道总长达250千米的487辆电车，该公司使用内嵌在轨道中的传感器及其他数

据为智能手机应用tramTRACKER提供信息，使乘车人精确地知道车辆会在什么时间抵达某个站点。这种系统也会在严重延误或电力故障发生的时候发出提醒。

智能手机应用也在从搜寻价格最低的加油站和在拥挤的体育场停车区定位车辆，到下载电子登机牌或使用前台的条形码登记入住酒店等等在内的所有方面都带来了革命性变化。美国电话电报公司的研究人员已经研发出了一种“智能行李”标签，向旅客显示行李箱在任一时刻的位置。另外，智能手机应用现在可以实时提供公交车、火车和飞机的行驶位置。

购物新时代出现

互联网彻底改变了我们搜寻商品和购物的方式。电话簿基本上消失了，搜寻和购买物品例如车辆或计算机可以在家中完成，甚至顾客服务也越来越多地以线上的形式进行。今天，在美国，电子商务占全部零售支出的5.2%左右，而且到2017年这个数字预计将升至10.3%左右，达3 700亿美元。咨询公司福雷斯特研究公司（Forrester Research）认为，到2017年美国境内60%的销售将以某种方式涌入互联网。

不过，今天越来越多的消费者使用安装在智能手机或平板电脑上的专用应用完成购物。这些移动工具正在从根本上改变着购物方式，而且在此过程中使得零售商和顾客之间的关系变得平等。手机上的摄像头可以用作条形码阅读器，让顾客可以现场进行产品比价。例如，可以在一家商店中扫描煮咖啡器然后查看所在地区及网上其他零售商的报价。这种做法被称为“展厅现象”，已经从基础上撼动了零售业，在零售商产品摆放、信息发布以及与在线零售商进行定价和服务竞争等的方式上带来了巨大变化。

同样，像Fooducate等应用让购物者可以在食品店扫描产品条形码，从而查看食品的详细信息及其等级。智能手机事实上起到了扫描仪、移动数据库和饮食追踪器的作用。在红酒、啤酒和许多其他令人感兴趣的方面也有类似的扫描应用。许多这种应用同时也创造出了繁荣的社交媒体社区，人们可以在此分享评价、问题和想法。一些商家的应用中也包含了电子会员卡。

并不奇怪，零售商正在努力进一步缩小物理世界与虚拟世界之间的差距。粗略地来看，二维码使人们可以扫描物体并通过智能手机等设备将其融合到物联网之中。这些二维码有时出现在产品包装上，有时出现在杂志和某些网站上，它们使查看关于食品、家用产品、电子产品等等更详细的信息成为可能。RFID标签和新出现的技术，例如苹果的iBeacon，将这种概念升华到了一个全新的层次。它们有可能会将购物转化为一种高度个性化、场景化及互动性的体验。

iBeacon室内定位系统使用蓝牙低能耗技术（也称为BLE或蓝牙智能）实现与商店中的智能手机和平板电脑进行通信。当系统发现顾客携带的iOS或安卓设备中安装了兼容应用时，就会准确定位顾客的具体位置，向设备发送信息并收到数据反馈。通过这种系统，商家可以根据顾客在商店内所关注的商品或所逗留的区域推送购买建议或促销信息。举例来说，在洗衣剂通道逗留的顾客可能会收到厂家提供的当场可使用的1美元优惠券。

这种技术也可用于提醒顾客购物清单中的商品情况，根据顾客对帽子或宠物用品等的偏好推送店内促销活动或信息，指引顾客前往预定或预购商品位置，提供赛场或棒球场内的座位和零食摊位置图，投递电子客票或者在顾客到场后售卖打折的升级座席。大型零售商，例如美国鹰（American Eagle）、连锁药店Duane Reade、梅西百货公司（Macy’s）、西夫韦股份公司（Safeway）、乐购和沃尔玛已经在以某种形式使用这项技术了。几个主要的联盟棒球队和NBA金州勇士队都

已经开始使用iBeacon技术。未来对类似技术的应用可能包括连接到汽车导航系统，为餐饮店和其他商家传递具有目标性的促销信息的布告板。

智能货架可能会进一步变革购物行为。例如，半导体巨头英特尔研究院（Intel Labs）已经研发出一种名为“货架边缘”（Shelf Edge）的技术。其原型系统将智能手机连接到商店的蓝牙显示器，使顾客可以通过其手持设备与智能商品互动。“货架边缘”还可以发送产品信息甚至可以根据食品致敏性和生活方式偏好发送警示。同时，商店货架上连接到互联网的优惠券分发系统可以实时与顾客及顾客的智能手机互动。厂家或零售商可以根据兑换率等因素实时增加或减少优惠券的派发数量或者促销其他商品。

埃森哲技术实验室（Accenture Technology Labs）现在正在研究增强现实技术，这种技术可以进一步缩小实体店购物和网上购物之间的差距。其WeShop原型应用在传统的商品标签和信息卡之外还提供多种来源的额外数据。它会显示与产品相关的社交活动、会员优惠、购买建议等信息。当顾客将智能手机或平板放到产品标签上方时，系统就会为该顾客发送个性化的信息。例如，如果你正在节食，这款应用可能显示有关某个商品的评价并给出更健康的选择建议。

另外，伦敦城市大学普适计算技术教授阿德里安·戴维·切克（Adrian David Cheok）正在研发可以模仿味觉、嗅觉和触觉的设备。这种设备可能会具备通过计算机或智能手机嗅闻和品尝商品——包括从蜡烛到饭店菜品等——的功能。阿德里安已经创造出许多利用化学、电子和磁性能在基本水平上完成这些任务的设备。他表示，味觉设备可以附加到电脑上，利用像在现在的油墨打印机中那样工作的墨盒状部件就可以实现。

最后导致什么结果呢？在未来几年里，购物的顾客会看到商店的设计和布局将随着POS机的消失而发生变化，而新的店面布局形成，

包括售货员使用平板电脑或智能手机完成收银作业。同时出现的还有包含令人感兴趣的新功能的网站，这些功能将扩展人类的感觉能力，使人可以在购买物品之前尝、闻或触摸样品。

---

1. Chirp，中文译名“啁啾”，是通信技术有关编码脉冲技术中的一种术语。——编者注
2. 等长训练是增强肌肉力量和耐力的一种体育训练形式。——编者注

应用各种连接

在未来几年内，物联网将带来更加显著的变化以及全新的工作方法——通过新生工具实现，例如3D打印、数字化嗅觉和味觉、机器人和无人机等。这些系统正在推动建造一个更广大的联网世界平台。

第五章 物联网应用

将所有的数字点连接起来是一项重大挑战。设计并制造在现实世界中真正起作用并发挥最大价值的系统困难重重。除了社会和精神方面的影响因素之外，还存在着大量技术和现实方面的问题。

场景对建立在现实世界中真正起作用的联网系统来说是关键。为了研发智能建筑、运输基础设施、安全系统及智能城市——每一个都包含了数以百万或十亿计的物体、IP地址和数据产生点——就必须将现有的数据管理技术提升到一种全新的水平。

THE

INTERNET OF

THINGS

现实世界中的物联网

随着更加精细的传感器、微芯片和数据分析功能出现，我们观测环境、理解各种复杂关系的能力更加强大。这些设备——包括从基本的监测系统和数据流到存在于生物体、管道、裂缝及其他难以接近的地方的复杂生物传感设备等等——明显地改变着机器与我们身边的世界互动的方式以及人与人之间互动的方式。

将所有的数字点连接起来是一项重大挑战。设计并制造在现实世界中真正起作用并发挥最大价值的系统困难重重。除了社会和精神方面的影响因素之外，还存在着大量技术和现实方面的问题，其中包括：物理互联网接入中断、系统组件故障、产生错误和噪声的软件漏洞、跨系统和组织数据共享、专有和竞争性系统应对，以及处理升级、补丁和停产等状况。

同时潜在的障碍还存在于架设信息技术系统和端点从而生成和获取可靠数据、使其广泛应用及利用大数据和分析学系统等方面。要处理这些问题，很显然政府、企业和个人都需要以关切、多维和创新的方式看待物联网。理解人们如何在日常生活和工作中使用这些系统，人们如何滥用或误用系统以及物联网最终将我们带往何方是至关重要的。物联网的出现会加速我们本就苦恼重重的生活还是带来真真切切的益处？会产生毫不理智的自动化还是实现令人震惊的改善？

设定标准

虽然物联网的大部分管道基础已经到位——无处不在的通信网络、探测周围环境的传感器及可以筛选大量数据并将二进制数字和字节转换为信息和知识的计算机——然而社会才刚刚开始通过某种有意义的方式将设备连接起来。正如网络的出现让人虽笼统粗略却不可思议地窥视到了崭露头角的虚拟世界，联网设备和智能系统只是达到了实际应用的早期阶段。现在，它们仅在缝隙市场㊟和特定领域发挥出了有限的功能、特性和价值。

在通往适应性更强且无所不包的物联网征途中一个最主要的障碍就是协议和标准之争。在高科技领域，这当然不是什么新鲜事。不同的硬件标准、操作系统和文件格式让商业主管和消费者都饱受折磨。只是在过去几年间计算技术环境才逐渐成熟，强大的工具和机制——例如标准文件格式、统一消息㊟和云计算——缩小了通往互联数字化世界的距离。这个通常被称为“信息消费化”（consumerization of information technology）的演化过程提升了物联网的可用性和生产力。

同时，人们也在积极地探索更加开源的标准。1991年林纳斯·托瓦兹（Linus Torvalds）发布了Linux操作系统的第一个版本，此后该操作系统迅速成长为技术界的重量级参与者。更重要的是，开放系统和开源编码已经对整个商界及更广泛的领域产生了冲击。这种概念从根本上改革了商业运作方式。从摄影和个人健康设备到工业照明和暖通空调系统，制作和销售在封闭体系内操作的物体变得越来越困难。现在，一种产品或应用只是更大的由一体化机器和编码所构成的车轮中的一个小小齿轮。

摧毁将工业系统与消费者设备分离开来的无形墙是一项非常艰巨的任务。许多企业死守着它们的专有技术不放，因为它们认为——或对或错——这给它们带来了市场优势。同样，一些商业主管坚信开放系统或者应用程序编程接口将损害自己并让竞争对手获益。这样一来，他们就采取了典型的保护主义做法。然而，在商业和技术前进大势之中的某一时刻，行业和社会会到达一个临界点，在这个点上某种竞争优势可能会变得毫无价值，或者更坏的情况是变为竞争劣势。

例如，即使是最复杂且设计精致的电子打字机或胶卷相机，如今能够为公众提供的边际价值如果有也是很少。此外，这两种产品在数字化设备时代都无法形成任何重要的商业机遇。但是，一种具有控制特定车辆或装置功能的应用程序却能为用户提供边际价值。在物联网发展的早期阶段，还可以向一些消费者兜售这种概念。但是，预期会增长，而且新的创新会出现。联网设备带来的实质性优势既不是来自使用智能手机应用启动车辆引擎，也不是通过网络调节屋内温度，而是由设备组成的大型网络可以共享数据并应用数据实现将过去演化性的成果变成革命性的。

企业目前所面临的挑战是穿越这些科技主权或网关之间的边界，进入新的互联世界。正如IBM、网威公司（Novell）、海湾网络公司（Bay Networks）、思科系统公司等公司的专有网络协议最终会被通用标准替代那样，物联网协议、专有的及封闭的物联网系统最终将为更加开放的环境让路，以使社会实现最大获益。固守专有产品的公司最终会发现它们面临着成为无关紧要或过时的存在的风险。

今天我们对大量日用设备和系统已经习以为常。但是，试想一下如果每家汽车制造商都使用不同的运行控制系统会发生什么情况。想象一下如果汽车司机在一辆车中使用方向盘，而在另一辆车中使用手柄或操纵杆会怎样。想象一下如果电子邮件系统彼此不相连，而电话不能跨服务供应商工作（这些都是在电话和电子邮件发展初期实际存

在的问题）会怎样。想象一下如果不同品牌的用具需要完全不同的水电连接装置会出现什么情况。随着成本和复杂程度的提高，销售和采用率都会直线下滑。

同样地，在联网设备无法相互连接的专有物联网世界之中，房主几乎不可能通过一个中央应用或控制板管理一系列的灯具、安保设备、恒温控制器、门锁系统、车库门及其他机器和小器具。同样的，如果每个场地都需要不同的应用、工具、技术和方法获取并处理数据，对商家来说在商场、影院或体育场向目标观众推送促销信息或互动内容的难度会更大，成本也更高。

商界开始认识到物联网空间中需要稳健有力的标准。美国电气和电子工程师协会（IEEE）已经建立了大量的标准和协议促进联网系统的发展。美国电气和电子工程师协会标准协会（IEEE Standards Association）主席卡伦·巴泰莱森（Karen Barteleson）将此称为物联网的“结缔组织”。这些以开放模型为基础的标准涵盖了多个领域，包括网络、传感器、医疗设备、智能家居和建筑、智能道路及智能城市电网。另外一个标准组织——国际电信联盟（ITU）的物联网全球标准化行动（Internet of Things Global Standards Initiative），也试图建立一套物联网标准框架。此外，一个被称为AllSeen联盟的组织也在为物联网产品、系统和服务设计一种开源平台。

公司和政府也采取了相应行动。2014年3月，一些大型的实力雄厚的业界公司，包括美国电话电报公司、思科系统公司、通用电气公司、IBM和英特尔，宣布它们将合作创建连接传感器、物体和大型工业机器系统的工程技术标准。白宫和其他政府部门也参与了这项行动。这些组织希望联合起来将协同作业能力推向更深远的层次。美国电话电报公司高级解决方案集团的高级副总裁阿伯希·英格尔（Abhi Ingle）在一篇刊登在《纽约时报》上的文章中描述出了现在面临的挑

战："作为一个行业整体，我们已经达成共识，为了实现物联网的腾飞，我们需要更强的协同作业能力、更好的基础材料和更好的标准。"

事实上，对标准和协议的需求包含从小型机器使用电能和电池能源的方式到设备通信并交换数据的方式在内的一切。涉及的话题非常广泛，涵盖布线技术、会计原则及供数据操作者使用的支付系统。同时也包含公司将所有数据纳入大型数据库的方式及它们所采用的安全标准。如果没有这些通用标准以及对数据治理等问题进行管理的明确方针，物联网所具有的大量经济和实用的潜能将无法发挥出来。

---

1. 缝隙市场：指被市场中的统治者或有绝对优势的企业忽略的某些细分市场。——编者注
2. 统一消息：用户可以通过各种不同的网络访问方式管理的集成信息。——编者注

联网设备和系统

物联网面临的障碍不仅局限于技术标准方面。另外一项令人望而生畏的困难就事关将遗留系统、机械和大量工业系统提升到现有技术标准所需要的金钱、时间和资源。升级、改进或彻底拆除重建可能需要数载甚至数十载的时间才能完成。公司经常是在系统到了生命周期末期或者有很强的投资回报机会的时候才将其替换掉，而不是在一项新科技出现的时候。

当然，消费者偏好、技术能力和商业环境都会发生变化。早期采用者可能会从联网环境中获取某些益处——少数可能获得绝对竞争优势，但是第一批采用者也面临着走进死胡同或在以后改用其他系统产生额外支出等更大的风险。随着环境逐渐成熟，价格下降以及企业和消费者证明技术的可行性，最终就会到达一个临界点，之后技术会得到更加普遍的应用。

一些公司通过启用联网设备和系统已经取得了巨大的生产率提升和成本节省。例如，环球飞机制造商空客公司已经研发出一种智能工厂系统，使用RFID实现对工具、物流媒介和机翼生产的实时追踪。此外，这种系统还帮助人们增进了对低效率的步骤、工序和工作流的认识，同时还可以在任何时刻对工具和装备进行定位。该企业已经在利用无源RFID标签等技术追踪每架飞机的3 000多个零部件。

瑞典交通管理局使用RFID等技术对其运行在13 000千米轨道网上的货车实施监控，联网系统使运行和维护费用降低了至少5%。RFID项目经理伦纳特·安德森认为，更为重要的是，早期监测大幅降低了轨道损坏和车辆脱轨的风险，而一旦这种风险发生就可能多耗费数百倍的资金，对系统和人身造成严重的损害，而且会破坏运营和调度。最

后，这种技术还大幅减少了文书工作以及既费时又容易出错的人工测控。

不过，这些类型的成果只是联网系统潜能的冰山一角而已。一旦空客公司和瑞典交通管理局的零部件供应商以及大量其他各行各业的公司开始在它们的设备中融合嵌入传感器，联网系统的能力就会呈现跨越式的增长。突然之间，机器部件和子部件就能够彼此沟通，交流深切关系到机械和操作模式的信息。在合适的软件的配合下，这种整体性的环境将成为智能机器、智能工厂甚至智能城市的基础。

制造更好的传感器

传感器可以说是物联网的眼睛、耳朵、鼻子和手指。它们实质上就是使物联网能够发挥作用的秘密武器。在过去的25年内，越发精细微小的传感器、电子学和纳米技术已经大范围地改变了消费者系统和商业系统。举例来说，澳大利亚新南威尔士大学的研究人员研发出了一种微型的芯片实验室设备，它可以处理一系列任务，包括检测有毒气体、制作集成电路以及筛选生物分子。

今天，设备可以检测和测量大气或水源中浓度非常低的污染或有毒物质，可以通过测量震动检测结构体（例如桥梁和隧道）中异常微小的变化。车辆中的传感器使得汽车可以自主泊车并察觉路上是否有其他车辆与其靠得太近。同时，安全摄录系统中的运动传感器会在发生事件或变化时发出警报。这就使得你可以快速观察运动情况并确定是否存在任何问题。它也能够在盗窃或更严重的犯罪事件发生时提供证据。

现在无疑已经出现了各种类型的传感器，融合了光、声、磁场、运动、湿度、触觉能力、重力、电场、化学物质等等。以前这些传感器中许多都使用模拟和低科技方法测量周围环境发生的情况。例如，在长达数个世纪的时间里，人们依靠内含水银的玻璃管温度计测量标准化设备中液体热胀冷缩的情况。同样，气压计、湿度计等设备利用压力、真空等系统探测天气变化。这些设备在没有联网的模拟设备的扁平地球中用途非常大。

但是，数字技术彻底改变了这种格局。今天的微电子技术甚至比最为精细的模拟和机械设备都能测量更多的事物，而且测量结果要精确得多。它们能够在单个微芯片上集成多种功能，依靠通用二进制码

实时发送和接收数据。此外，将它们与大量的传感器连接或将它们制作成机器（包括机器人设备）就能帮助我们加深对物理世界中不同因素和系统间的交互关系的认识。简而言之，这项技术将我们雄赳赳气昂昂地带到了前人尚未踏入过的领域。

传感技术最为吸引人的一个方面是微型机电系统（MEMS），这种系统可以彼此勾连形成所谓的网格或者智能微尘[注]网络，使它们更容易融入多种电子元件和系统之中。这些小型的自充电设备在许多情况下能测量小于2毫米乘2毫米的物体（灰尘颗粒的尺寸，故此而得名），可以配备模数转换器[注]，允许旧类型的机器向物联网提供数据。另外，这些设计用于测量包括从光线和压力到振动和磁力在内的一切的传感器现在每件价格低于1美元，而在几年前这些设备的单价是10美元或更多。低廉的价格使得它们具有更高的成本效益，可广泛通用于从医学到气象学等多个领域。

然而，现在的传感器要想全面应用于物联网必须进行大幅度改进。例如，研究人员目前正在制造具备测量气味、味道及其他复杂功能的电子传感器。这可能会在众多行业引发变革——从食品制作和饭店到进行早期疾病检测等等。可覆盖领域已经远远超越了科幻小说。《色谱B学报》（*Journal of Chromatography B*）2013年7月刊载的一篇研究文章指出，狗可以通过嗅觉辨认人类黑素瘤。这些研究人员利用这种生物标记已经研发出了一种纳米技术传感器，可以在黑素瘤早期嗅探出这种癌症。

除了在伦敦城市大学开展的研究之外——阿德里安·戴维·切克已经开发出利用互联网进行触觉、嗅觉和味觉交流的设备，其他人员也踏入了这个研究领域。例如，位于美国旧金山的Adamant科技公司目前正在研发一种小型的能将嗅觉和味觉数字化的传感器。这种传感器可能出现在未来的智能手机中。这种系统使用大约2 000个传感器探测气味和味道。达到的效果可以与人类鼻子中所具有的大约400个传感器相

媲美。这种系统可以探测某个人是否有口臭或者达到酒驾程度。这种技术也可以通过测量呼吸获得一个人的新陈代谢速率，然后利用物联网通过诊断学功能对即将发生的哮喘发作提出警告或者监测肺结核和黑素瘤等疾病的发生。

还有一些研究人员试图更好地理解人类的舌头和大脑以及如何制造模仿味觉功能的电子系统。他们利用传感器和接收器将化学物质——糖、脂肪、钠、酸碱度以及其他物体和特性——转换为有形的文件，将机器味觉提升到一个新的理解层次。例如，在得克萨斯大学奥斯汀分校，研究人员已经开发出了一种传感器阵列，基本上可以作为电子味觉芯片发挥作用。它能够测量5种味道：酸、咸、苦、甜和鲜（最后一种来自日语“うまみ”，通常作为对好吃或美味程度的计量）。这种新出现的技术可以应用在多个领域，例如医学、环境生物学、化学以及食品和饮料生产。

---

1. 智能微尘：指一种具有电脑功能的微型传感器。——编者注
2. 模数转换器：指一个将模拟信号转变为数字信号的电子元件。——编者注

可靠性至关重要

研发类似的故障保险系统——尤其是在运输和安全等领域——至关重要。不同种类数字技术的聚合产生了仅在数年前还无法想象的可能性，同时也带来了更多的变数、挑战和危险。处于物联网核心位置的是机器和人类之间持续而可靠的沟通。据美国证券经纪公司瑞杰金融集团（Raymond James Financial）称，到2017年机器对机器的连接（除消费类产品之外）数量将由2012年的约15亿增长到超过40亿。普及率将可能持续加速到下一个10年甚至更久。

为了能使物联网产生可靠且可预测的结果，在保持关键数据加密且安全的基础上，建立像城市区域内的路网一样使数据能够流通的路径是非常重要的。当一种系统或通信协议不能发挥作用或无法利用时，“车辆”——在这种情况下是数据——可以绕路而行或者绕过障碍点继续通往目的地。某些情况下，这就意味着要在设备中嵌入多种通信系统，在连接可用之前在设备中离线缓存数据，同时与允许数据在互联网接入无法实现时也可以流动的对等设备功能相融合。

因此，系统设计员必须创造基于有线和无线通信协议的正确组合的机器对机器系统，以确保数据流动不会有中断。在有线这一范畴内，包括了以太网、电源线、USB、光纤、调制解调器、串口电缆以及现场总线。而在无线这一范畴内包含了诸如近场通信等射频技术、蓝牙、ZigBee、Wi-Fi以及蜂窝系统和卫星系统。在一些情况下，在单个空间或环境之中也需要使用多种技术和通信协议。

例如，GPS不会就驾驶人员寻找停放在车库里的车辆一事提供帮助，因为信号难以穿透钢筋混凝土结构。因而，完成这项任务就需要另外一种技术，例如蜂窝或者信标和探测器。同样，一些系统现在融

合了蓝牙技术，使数据能够在一系列未联网或断网设备——例如智能手机或平板电脑——之间流动，直到接入互联网。接入互联网之时，数据就会移动到目标应用或数据库，进而融入物联网之中。

物联网也会需要更强的电池为传感器和其他设备及系统（包括智能手机、平板电脑和可穿戴设备）提供电源。毕竟，无法启动的设备是一点用处也没有的。如今一个显而易见的问题就是设备耗电极快，为继续使用需要不断充电。不过，研究人员现在已经着力开发使用更加先进的算法以获知什么时候设备在使用中以及什么时候某些功能可以关掉的新一代电池，以及多种不同的通过磁感应、屏幕中的太阳能充电层、人类运动及从周边电视、Wi-Fi和蜂窝信号获得能源实现无线充电的充电技术。

将数据放入场景

随着数字化时代的推进，术语“大数据”出现在物联网世界的中心。道理很容易理解——不断增多的传感器、设备和信息技术系统产生了大量的数据，社交媒体、消息流、音频、视频及快速增长的各种文档涌入其中。“当叠加多种功能并使用合适的软件将一切都结合起来时，就有可能创造出超越任何独立功能的复杂能力，”ABI Research研究公司的移动设备、应用和内容高级分析师迈克尔·摩根（Michael Morgan）说，“相机、麦克风和传感器可以互相协作，从而大幅提高设备的智能水平。然而，以合适的方式使用合适的数据非常关键。”

可以确定的是微电子学领域的稳步发展，将在接下来数十年内重新定义物联网和大数据。与将传感器融合到物联网中相关的最大挑战甚至不是关于设计新的功能——从智能手机的呼吸测醉器到可以探测腐臭食品或探测公众区域内微量爆炸物的RFID标签，而是建立在某种情况的特定情景之中能够积累数据、对数据即时筛选并验证结果的智能系统。

传统的方式，也就是结构化的数据库，未必能够与物联网相匹配。即使是使用具有标记和标识符的数据，也很难进行完全分析并找到与特定情景相符合的正确数据。Open Food Facts（食物资讯开放平台）和Simple UPC（产品信息平台）等项目正努力将庞大的数据库用于智能手机应用及其他联网设备——尽管尚处于研发的早期阶段。来自电子邮件、音频视频文件、社交媒体等的非结构化数据将带来更大的麻烦。

因此，需要创造出更精密的、能够分析所有数据的算法和软件代码。毕竟，机场非常不希望发出有关存在炸弹的错误预警。这种事件

可能在职员试图疏散公众区域时导致恐慌甚至人员受伤。然而，意外的爆炸必然是更糟糕的，它可能引发难以测量的损害，包括大面积的伤亡以及对游客造成的重大混乱和对运输行业造成的巨大经济损失。

场景对建立在现实世界中真正起作用的联网系统来说是关键。为了研发智能建筑、运输基础设施、安全系统及智能城市——每一个都包含了数以百万或十亿计的物体、IP地址和数据产生点——就必须将现有的数据管理技术提升到一种全新的水平。当数以十亿或万亿计的设备向计算机输入数据时——处理过程会在沿途经过的各个节点发生，数据获取、收集、存储和分析的概念将会发生巨大变化。在这种情景下，传统的商务智能（business intelligence）和分析学工具无法应付如此庞大而复杂的数据集。

随着物联网的演化，综合云平台及分布式计算模式将可能提供部分解决方案。通过在价值链的不同节点上进行数据处理和分析操作，就可能对资源进行测算并在需要它们的某个节点即时对其加以利用。此外，具有高度弹性的计算能力（即通过云按需进行计算资源上下分配的能力）已经可以在越来越多的供应商处获得，这种能力提供了一种能够完成多种数据处理的更具弹性的模式。在许多情况下，它们也提供了简单易用的低成本开源工具，这些工具能够简化结合不同数据类型和格式的任务，并吸取关于复杂关系和相互关系的有用信息。

不过，即使具备了更加精巧的计算和数据管理模型，通往智能城市等智能系统的道路也可能布满了其他的减速障碍。其中包括：谁对数据拥有所有权、组织如何验证数据的精确度、组织对使用数据如何收费、他们可以保留数据多久以及供不同行业的多个用户使用时数据采用何种格式等问题。消费者也可能对数据隐私具有发言权。连接数据的应用程序编程接口等工具也带来了关于所有权和互用性的潜在问题。

如果工程师、产品设计师、开发人员等最终创造出了更加先进的数据模型和分析系统——确实没有理由怀疑他们做不到——结果就是会出现特别先进的几乎可以重新定义一切的系统。场景感知能力在新一代软件和算法的驱动下，将改变机器运行的方式以及人们看待和使用个人设备的方式。例如，智能手机可能探知它是放在了钱包中还是口袋内或者主人正在奔跑着赶航班，据此自动调整自己的设置，包括铃声大小及免打扰等功能。它也可能搞清楚有人正在睡觉或者需要提醒来保持清醒。类似的被编织到衣服、鞋子和物体之中的传感器可能会通过测量心跳速率、流汗、热量消耗等因素，确定跑步者或骑车者什么时候需要喝水或吃一块能量棒以保持运动水平。

同样类型的成果也可能在工业领域出现，而且事实上确实已经开始形成了。举例来说，在芬兰，现在垃圾桶内的传感器会在需要清理时给垃圾清理车发出信号。这项技术节约了40%的垃圾收集费用。在法国尼斯市，智能停车系统能够实时提醒驾驶人员空停车位的位置。这种系统已经缓解了交通堵塞并减少了二氧化碳的排放量。但是这些都只是与未来的可能性相比还相当原始的功能。例如，无人驾驶车辆网络将能使更多车辆上路——在许多情况下车辆可以只保持几英寸的车距——而将发生碰撞的风险降到极致。这种系统也可以根据情况调控交通灯引导车流。由此产生的成本节约和排放减少量将可能达到每年数十亿或数万亿美元。

在2013年5月刊载在《美国电气和电子工程师协会通信、调查及培训材料》（*IEEE Communications Surveys and Tutorials*）上的一篇研究论文中，夏瑞丝·佩雷拉（Charith Perera）、阿尔卡季·扎斯拉沃斯基（Arkady Zaslavsky）和迪米特罗斯·乔扎考普鲁斯（Dimitros Georgakopolous）指出场景感知计算有三种互动类型：个人化，指用户设定偏好而系统相应做出反应（例如为家居自动化系统编程）；被动场景感知，即系统监测环境并向用户提供合适的选项（例如在进入商店时收到购物券）；主动场景感知，即系统不间断地监测环境或态

势并自动采取行动（例如，如果系统检测到煤气泄漏就自动提醒运营企业出现了问题）。随着物联网的成熟以及新的应用融入我们的生活之中，这些类型都将会出现更多的实际应用。

物联网：开放的前沿领域

跟互联网一样，物联网可能通过联网物体和设备这些共用纽带将技术、工具、系统和方式统一在一起。共同之处在于对能够进行协同工作并带来现实益处的强劲的通信和数据标准的需求。所有类别的设备和系统都必须提供便利，而这要通过结合经济可承受性、简单设置、功能性、高效的能源管理、高度适应性和定制性、与遗留硬件和软件系统及其他联网设备的一体化以及有效的安全和隐私保护等才能实现。

我们将在下一章中探讨后两个问题以及各种风险因素。目前来说，问题不是物联网是否会影响商业和消费者，而是这种影响力有多大以及将朝什么方向发展。

第六章
联网世界的现实与影响

物联网至少会带来关于安全、隐私以及我们如何适应数字化生活等新的挑战和问题。它将必然会在社会成员间引发新的争辩和争论观点，同时也提出关于数字化富人与数字化穷人的更深层次问题。技术历史中不乏粗劣的用户界面、难懂的操控装置和性能失灵的例子。任何技术的成熟都需要时间来调整、校正和修理。那么就别奇怪家居自动化和联网设备已经以这样或那样的形式存在25年多了。然而，安装切实会以无缝且高效的方式运作的系统在这期间的大部分时间里都一样令人望而生畏。

THE

INTERNET OF

THINGS

未来已来

技术史充满了对更幸福、更健康和更休闲的未来的乐观（如果不是空想的）观点。然而，每次新技术浪潮都会带来无数的变化——一些是正面的，一些是反面的，还有许多完全未曾预想到的。人们几乎无法预测某种特定的技术会把社会引向何处，以及它会如何与众多其他的技术、社会体系和因素相互作用。

物联网也不例外。毫无疑问，联网设备和系统将带来更高的自动化、更多的便利以及在某些情景中令人惊讶的效率增益。物联网也因为能够带来更好、更廉价的产品和服务以及增强的安全性和增多的人类知识而令人神往。例如，当制造商将传感器安装在普通物品——食品包装、衣服、家居电器和医疗设备——上面时，就会产生一个非常不同且可能更加美好的现实。突然之间就可能发现缺陷和问题并快速高效地召回产品。

同样，当系统应用实时数据反馈和分析学原理确定消费者偏好、购物规律及其他标准的时候，制造商或零售商就可以动态地调整并适应销售或消费的变化，快速改变包括从资源采购和生产计划到定价和销售在内的一切以取得最佳运营结果。从根本上来说，钻探数据的能力重新定义了一切，从交通到执法和农业，再到制造业。

试想一下：配备传感器的洒水系统简化了浇水的任务，同时为房主节约了开支。通过将其连接到互联网，就可以根据是否预报有雨而调节浇水量。而且，同样的系统如果连接起来布满全城，就可以进一步改善预报准确率、水资源管理和公用事业开支。相比于每个系统独立地进行条件优化，对由家庭和企业组成的整个网络进行优化可以在更大程度上提高效率。但是，如果黑客攻陷系统使其保持开放状态而

排尽水源，会发生什么情况呢？如果恐怖分子侵入无人驾驶车辆或者致使整个交通网发生故障，又会产生什么结果呢？

显然，物联网可以用在好的方面也可以用在坏的方面。犯罪分子和恐怖分子可能使用市场销售的无人机从事间谍活动或发起攻击。侵入摄像头或像谷歌眼镜一类的设备并窥视某人或某个家庭正在做什么的能力不仅可能将私生活公开展示出去，而且还可能泄露机密记录或数据。突然之间，放在橱柜里或桌子上的文件就处于危险之中了。同时，如果政府禁止通过电子书阅读器查看内容，会发生什么呢？在大家都使用纸张的时候，这些书本仍能够存在。而在电子世界中，它们就直接消失了。这个问题在2009年成为现实，当时亚马逊颇具讽刺性地在与出版社发生纠纷之后暂时不再提供乔治·奥威尔的小说《1984》的电子版的供应。这本电子书突然就从世界各地的Kindle电子书中消失了。

物联网至少会带来关于安全、隐私以及我们如何适应数字化生活等新的挑战和问题。它将必然会在社会成员间引发新的争辩和争论观点，同时也提出关于数字化富人与数字化穷人的更深层次问题。另外，物联网将要求制定新的法律以及重要而且持续不断的社会观念改变。

发挥人为因素的作用

所有技术都面临的最大挑战之一，就是设计出具有高可靠性和高安全性的系统。虽然技术经常会消除由人类的判断力、决策以及疏忽引发的现实风险，但也带来了新的危险并可能将小规模的事故和故障变成大规模的难题。例如，2009年6月，美国华盛顿特区的两辆地铁相撞，导致9人死亡、80人受伤。这次事件可能是由计算机故障及操作员无法快速人工刹车引起的。

研究人为因素的专家将这种现象称为“自动化悖论”（automation paradox）。自动化系统越可靠有效，操作人员就越可能从心理上“关机”而依赖自动化系统。而随着自动化系统越来越复杂，发生事故或灾祸的概率可能降低，但是系统失灵的严重性常常会增大。唐·诺曼（Don Norman）是美国西北大学工程和计算机科学荣誉教授、尼尔森诺曼集团（Neilson Norman Group）的联合创始人以及《未来产品的设计》（*The Design of Future Things*）的作者。他说：“设计人员经常做出假设或者依据不完全信息采取行为。他们就是无法预测系统将被如何使用以及未预料到的事件和后果如何出现。”

现在关于使用自动系统时所碰到的麻烦事并不鲜见。例如，驾驶员盲目地听从汽车导航系统的错误指引，虽然可能看一眼路面就知道明显出错。某些情况下，驾驶员听从导航而非自己观看判断，甚至出现开车掉下悬崖或者在单行道上逆行撞上正常行驶的车辆的事情。此外，研究显示许多驾驶员倾向于使用自动化功能，例如自适应巡航控制，而用法却不正确。诺曼说，有些时候这些自动化系统会在驾驶员驶出高速的时候使车辆加速，因为前方突然没有车辆了。如果驾驶员没有留神，就可能出现碰撞事故。

汽车司机、飞行员和火车司机都容易过度依赖自动化系统并陶醉其中，而不依靠他们自己的技能和警惕性避免危险情况的出现。更加糟糕的是，设计人员有时候基于一套错误的设想或不完全的事实去创造系统。他们可能没有完全理解人们使用单个设备或工具的方式或者文化上的差异。他们也可能忽视设备之间的结合如何改变性能或表现。实际上，诺曼作为世界顶尖的设计专家认为机器逻辑并不总能够与人类大脑契合。“如果你研究一下‘人为失误’就会发现，它总会在人们被迫像机器一样思考和行动时发生。”他警告说。

物联网将这种风险大幅提高了。上百部或成千上万部设备产生了大量的现实世界交叉点。此外，随着设备和算法彼此通信——不同的开发人员和企业应用不同的标准和质量控制标准——确实存在制造出无法达到机器对人通信期望水平的设备的风险。正如澳大利亚格里菲斯大学人文学院教授、《人为失误背后》（*Behind Human Error*）一书的作者西德尼·W·A·德克尔（Sidney W. A. Dekker）所说：“完成某个步骤或从事某项活动都会涉及大量的人类直觉，而这不是机器轻易就能复制的。”

技术历史中不乏粗劣的用户界面、难懂的操控装置和性能失灵的例子。任何技术的成熟都需要时间来调整、校正和修理。那么就别奇怪家居自动化和联网设备已经以这样或那样的形式存在25年多了。然而，安装切实会以无缝且高效的方式运作的系统在这期间的大部分时间里都一样令人望而生畏。许多启用X-10家居自动化系统以及第一代或第二代联网门锁和灯具的消费者都遇到了并不像广告中所说的那样好用的令人费解的界面和设备。

物联网才刚刚开始跨入具有可用性和实用性的重要门槛。随着计算能力的增强、移动性的进步、云计算的成熟以及大数据和分析学的发展，工程师、开发者和设计师开始建立能够真正运转的联网系统。许多这种系统现在达到了能够实现即插即用的设计精密程度。不过物

联网，特别是在工业互联网领域内，必须达到一种能够令人信服的可靠程度。单个联网设备发生故障是一回事，而整个运输网络失灵就完全是另外一回事了。后一种情况会导致大规模的交通堵塞和大量的车辆碰撞事故，伴随着伤亡、大范围混乱以及严重的经济后果。

不过，为医疗、交通和其他领域创造出故障保险系统并非不可能。在过去的25年间，商用飞机发生碰撞的事故已经非常罕见了。冗余系统(注)（redundant system）和培训固然是起到重要作用的组成部分。但是大量数据以及建立起来的计算机模拟和模型能够协助工程师更好地理解飞机受力情况以及天气等条件如何在一段时间内影响其结构。在联网系统中，使用测量振动和其他压力的精密传感器可以在威胁生命安全的严重事件出现之前探测到金属疲劳。

同时，物联网技术必须具有使用功能，而且物联网系统的复杂程度必须是在社会中容易管理的。否则，消费者、企业和政府就可能避开许多的此类系统。让娜·安德森（Janna Anderson）是互联网展望中心（Imagining the Internet Center）的主任及皮尤研究互联网项目（Pew Research Internet Project）《2025年物联网将繁荣》（*The Internet of Things Will Thrive by 2025*）报告的共同作者。她指出，物联网可能存在着严重的漏洞和缺陷。她说：“我们将生活在一个有许多事物无法工作而没人知道如何修好它们的世界中。”

此外，任何新技术的新颖性最终都会消失。起初新鲜而且令人兴奋的事物最终都会变得稀松平常，甚至令人讨厌或令人感觉压抑。电子邮件就是一个很好的例子，它现在已经成为许多人越来越沉重的负担。今天，许多收件人都发现他们被埋在了一堆堆的消息和一个个垃圾邮件和恶意软件之下。同样，随着技术进步及更大量的软件应用和工具占据屏幕，之前先进的操作系统和软件界面将会变得越发笨拙和难用。

物联网系统最终必须为政府、企业和消费者带来利益，而且不会产生任何真正意义上的败笔。它们必须要在不会带来新的问题或使现存问题更加严重的基础上解决现实问题，例如犯罪或环境废物。但是，首要的是，联网设备必须实现即插即用，就像灯或烤面包机一样简单。它们必须以高度的可靠性在合适的时间、合适的场景下提供合适的数据和信息。这就要求机器对人类行为要有深刻的理解，并且必须尊重安全和隐私。

---

1. 冗余系统：为增加系统的可靠性而采取两套或两套以上相同、相对独立配置的设计。——编者注

人类是否越来越傻

一种很基本的担忧是智能设备是否会让人变得不够聪明或者改变我们的智力。今天智能手机存储了数以万计的联系人，GPS设备指引我们抵达目的地而无须遵从某条特定的路径，而配合应用软件的智能手环正以10年前还无人可以想象到的方式追踪着我们的热量和健康水平。有什么弊端呢？人们记不住重要的电话号码，地图使用方法被人们遗忘，而且尽管出现了前所未有的健康工具，肥胖和与生活方式有关的病却是摆脱不掉的长期问题。悖论之处在于：设备替我们做的事情越多，我们就越与我们的自然环境和节奏疏远，而且我们的身体和头脑得到的锻炼就越少。

心理学家兼作家道格拉斯·莱尔（Douglas Lisle）谈到了这种“享乐的陷阱”。他说，人类大脑天然倾向于采用最简单最合意的做事方法。但是，最简单的方式并非总是最好的方式。作家尼古拉斯·卡尔（Nicholas Carr）是《浅薄：你是互联网的奴隶还是主宰者》[注]（*The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*）一书的作者，他质疑互联网的即时信息文化（instant information culture）——而这种文化肯定会因物联网而加速发展。“我的思想现在期待着以网络散布信息的方式获取信息：在快速移动的粒子流之中。以前我曾是词语海洋中的一名潜水员，而现在我就像坐在摩托艇上的家伙一样从表面上飞速滑过。”卡尔在2008年发表于《大西洋月刊》上的一篇文章中如此写道。虽然研究人员才刚刚开始研究认知思维以及数字世界的出现如何对其进行塑造和重塑，但有一件事情是肯定的：我们的大脑必然会去适应、演化以运用这种技术。我们将获得更高的智慧还是遁形于人工智能的背后只能拭目以待。

1. 《浅薄：你是互联网的奴隶还是主宰者》一书中文版已由中信出版社于2015年11月出版。——编者注

数字鸿沟

20世纪90年代互联网刚一面世，一个最大的担忧就是围绕着数字化富人和数字化穷人。所谓的数字鸿沟的关注点在于对经济和社会不平等的潜在影响。从最基本的层面上来看，那些可以利用数据、信息和知识的人更容易获益。而那些缺乏数字化工具（包括互联网）的人就可能更加缺乏在教育、工作等各方面的机会。按照这种思路，互联网拉大了这些差距。

在物联网时代，利害更进一步地扩大了。尽管联网冰箱自动生成购物清单或传感器控制灯光系统不会使一个人的生活要么成功要么毁灭，但是技术进步最终可能将未联网的人们更远地抛在技术发展曲线的后面。一些人可能得不到掌控个人生活的基本工具和功能，或者他们不得不更加努力以完成每天的任务或挣得还不错的工资。这种数字化差别就像在农业耕作中用锄头与用联合收割机的区别。

其影响可能很严重。例如，在卫生保健领域，植入体内的微型联网传感器和手腕上或衣服内的可穿戴设备可实现几乎难以想象的医疗诊断水平。医生可以及时发现病情并对其进行实时监控，同时以最优方式进行配药。这些传感器可以检测处于早期的心脏病、中风或癌症，并提高病人获得急诊医治的可能性。显然，没有连接到这些系统的人以及不具备这种技术的国家是无法受益的。他们肯定不得不依赖旧式的效率非常低下的程序。

在教育领域也存在着相似的挑战。目前，院校和教师才刚刚开始尝试使用物联网。但是，联网设备和安装了标签的系统带来了许多新功能，包括安装了RFID标签的研究和实验室环境、增强现实和利用配备传感器的平板电脑等设备实现的更为健全的学习培训功能。数字化

富人会以牺牲数字化穷人为代价实现繁荣吗？此外，一些人，例如未来学家和作家马塞尔·布林加（Marcel Bullinga），已经提出物联网可能加快“技能退化”的趋势。他预测“儿童将学习更少的知识而取得更高的成就”。对事实知识的需求将因为所有信息都可以实时获得而减少。

向下流动的道路

将新技术整合到社会中的一个挑战，是新技术将不断地取代现有的工作和从业人员。美联社在2013年进行的综合分析发现，技术的持续发展以及越来越多的联网系统正在消除掉许多手工工作。像抄表员、旅游中介、收银员和客户服务专员等工作岗位越来越少。美联社的报告指出：

> 研究劳动市场的专家认为，大部分工作将会一去不复返，而且数百万个其他岗位也可能会消失。另外，这些工作并非只是转移到了中国和其他发展中国家，而且它们也并非全是工厂内的工作。越来越多的工作正从服务业消失，而有2/3的人在这个行业工作……它们正在被技术毁掉。

安德鲁·麦卡菲（Andrew McAfee）是麻省理工学院斯隆管理学院数字商务中心的副主任及电子书《与机器赛跑：数字革命如何加速创新、推动生产力并且不可逆转地改变就业和经济》（*Race Against the Machine*: *How the Digital Revolution Is Accelerating Innovation, Driving Productivity and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*）的共同作者。他指出："过去7年间计算机拥有了许多技巧和能力，这种时期是以前从未出现过的。"麦卡菲的书提供了数据、示例和研究，说明了技术的进步给普通美国工人带来巨大的压力，很多人正在被落在后面。

也不是所有的技术专家和经济学家都同意这种观点。许多人指出同样的问题在19世纪末、20世纪初的工业时代转变过程中也出现过。他们认为，一定程度的破坏和转换虽然痛苦但却是健康的。然而，认

识到物联网远远超过过去的技术进步这一点很重要。随着自助式技术加速发展、自动化广泛应用、机器人技术进步以及纳米技术从科幻领域变为科学事实，很明显社会正处于一个临界点——人类在许多领域里正在淘汰自己。

不难想象有一天饭店和快餐店都由机器人运营；或者购物者拿起想要的商品无须拿出钱包就可以走出商店，RFID标签和电子支付系统会自动处理这种交易；或者一群群昆虫大小的机器人会承担建设高楼或深入地下采掘矿石的任务。这种可能性列举起来几乎没完没了——而且还存在机器能够创造出可以弥补或者超越人类思考能力的平行智慧这种非常严肃的可能性。

美联社的报道令人担忧之处在于，它发现新的行业和技术没有按照过去的速率或按照历史规律创造出新的工作。更确切地说，美联社报道指出，当前社会中存在着一种常见的一再重复的论调："发达国家可能将会面临连续多年的中产阶级高失业率、社会不和谐、政见分裂、生活水平降低和希望破灭。"

数字化分心的威胁

智能手机等电子设备已经成为通信的中心。但是人们对在汽车、饭店及许多其他场景中使用设备的担忧越来越大。的确，它们改变了社会互动的性质——而且许多人认为电子设备使这种社会互动的体验变差了。雪莉·特克尔（Sherry Turkle）是麻省理工学院的科技社会学教授和《群体性孤独：为什么我们对科技期待更多，对彼此却不能更亲密》（*Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other*）一书的作者。她认为这种现象确实令人担忧。她说："新技术毫不掩饰其想以与技术的关系替代与人的关系这方面的企图。"

其结果可能并非全都对人有利。研究显示，注意力的持续时间越来越短，而且今天的超链接世界推动了即时满足的心态和文化的发展。例如，一项由皮尤研究中心发起的互联网项目发现，87%的教师认为尽管数字化工具对学习起到了"基本上正面"的影响，但是这些技术也创造出了"容易分神而且注意力持续时间短的一代人"。此外，64%的教师指出现在的数字化技术"更多地分散了学生注意力而非在学业上提供帮助"。其他研究发现，在办公场所，许多人将很大一部分上班时间都花在了浏览Facebook和Twitter上。

批判性思维能力可能也会出现下降。帕特里夏·格林菲尔德（Patricia Greenfield）是加利福尼亚大学洛杉矶分校的著名心理学教授和洛杉矶儿童数字化媒体中心的主任。她发现，观看屏幕上只有新闻主持人而且屏幕底部没有滚动新闻的美国有线电视新闻网头条新闻的大学生记住的电视广播信息，比观看屏幕上有令人分心的滚动字幕和额外的股市及天气信息的学生记住的要多很多。格林菲尔德教授指

出，事实上，许多研究都证明了多任务处理“让人无法对信息进行深入理解”。

对汽车和行人的担忧也不例外地增多了。所有碰撞事故中的1/3都是因为驾驶员分心或不集中注意力——经常是由于打电话或发信息。来自纽约贝尔维尤医疗中心（Bellevue Hospital Center）的一项调查结果显示，2008~2011年间在纽约另有大约8%的行人和骑自行车的人在使用诸如手机或便携音乐播放器等电子设备时受伤。我们不禁要问：设计师和工程师会设计出远程信息系统实现对一系列可能的复杂流程实现无缝整合和管理吗？这些系统会导致更严重的分心吗?

具有讽刺意味的是，一种可能的解决方案——至少在完全自动化的车辆普遍得到应用之前——可能是面部表情分析技术以及由其构成的物联网。汽车、头盔或驾驶舱座位可以安装专用摄像头和传感器发现司机或操作员是否困倦或走神——使用眨眼频率、闭眼及头部移动等指标。

安全和隐私的担忧

在过去10年内，技术带来了对安全和隐私不断增长的担忧。数据外泄每天都在发生，而且不断出现的隐私信息泄露带来了一片混乱的现实世界后果，包括身份盗用的大幅增长。政府和企业面临着更加严峻的网络攻击和数据盗窃风险。例如，一项优利系统（Unisys，一个美国计算机厂商）在2013年所做的研究显示，参与调查的83%的美国人对身份盗用非常担心，而82%的受访者担心信用卡盗刷。另外，由国际信息系统审计协会在2013年开展的一项研究发现92%的公众对连接到互联网的设备有所顾虑，且90%的人担心他们的在线数据可能会被盗窃。

这都不是杞人忧天。互联网原本在设计理念上就没有考虑安全性，而在今天的世界，安全专家正在与网络恶棍和黑客玩着猫捉老鼠的游戏。每当新的威胁或泄露发生，安全团队就急匆匆亡羊补牢。这种情况导致出现了一种混合了各种工具、途径和技术的大杂烩——每一种都无法单独解决问题。现在，设置防火墙、恶意软件监测、终端安全、加密、密码管理系统、网络映射和监控等安保措施很必要。

另外一个问题是几乎不可能使每个设备都安全。物联网已经遭遇了大量严重的安全泄露事件，无一不体现了其中隐含的风险。在过去几年里，黑客已经侵入了连接到互联网的婴儿监视器，而且至少有一次对着熟睡的孩子说话。他们已经攻击进冰箱和电视——向其发送垃圾信息并秘密地控制这些设备。同时，研究人员为了揭示物联网的脆弱之处已经侵入了车辆和医疗设备。前一种行为可以导致无法操纵方向盘或进行刹车，而后一种则可以使心脏除颤器或胰岛素泵发生故障。

在未来几年内，制造商和安全专家必须确定如何解决物联网可能存在的漏洞。有必要对安全工具和方法进行重新评估并将其以不同的、更加聪明的方式加以利用。这可能需要配备与现在计算设备和网络中所使用的防火墙类型相似的设备防火墙。这种解决方法可以限制能够使用设备和数据的人员。但是，它也可能意味着将联网技术从某些系统中排除出去。例如，美国加利福尼亚州出于安全和隐私考虑在2013年不再在驾驶证中使用RFID技术。

可以肯定的是，产品设计师和工程师将面临一个严峻的两难境地。在设备中嵌入耐用的界面和控制器会带来更多便利，但也使其曝于攻击之下。然而，如果不能管理设备，那么在故障或黑客攻击出现并造成严重后果之前就可能无法检测到问题。因此，设计师、工程师和制造商必须找到新的创新性的方法解决安全问题。他们必须在一种安全框架下创造系统，否则就面临着与其他公司和公众疏远的风险。

不足为奇，随着系统、设备和数据连接以及互联的深化，隐私风险也增加了。美国总统行政办公室在2014年5月发布的报告《大数据：把握机遇，保存价值》（*Big Data: Seizing Opportunities, Preserving Values*）中，承认数字化企业和大数据带来了严峻的挑战。随着数据的“样”和“速”不断增加——越来越多是来自从传感器、机器、摄像头、存储和数据处理系统发出的新数据源——出现了几个关键的问题，主要是围绕数据个人化；数据去身份识别（deidentification）和再识别（re-identification）；以及数据持久化（data persistence），包括如何存储和保留数据。报告指出：“计算能力现在使‘大海捞针’不仅可能而且可行。”

虽然这些风险现在还游荡在理论和现实之间，但是它们越来越处于社会显微镜的观察视野之内。请想想：几年前，零售巨头塔吉特公司（Target）根据一个高中女孩看起来随机购买的商品判定出她已经怀孕。这家零售公司给她发送有关孕妇服装的促销信息，惊动了还蒙在

鼓里的女孩父亲。其他企业，比如银行现在正在使用预测分析学发现可能改换金融机构的客户，而网飞公司等娱乐企业则使用算法推荐电影、音乐等服务内容。

但是这些功能在那些物联网形成过程中将被收集、管理和利用的详细信息类型面前黯然失色。可能激励人锻炼和健康饮食的健康监控系统也可能被保险公司用于提高保费或排除所谓的高风险病人。同样，雇佣者可能利用基因组或健康数据，例如容易患心脏病、癌症的遗传素质或中风的早期征兆，避免聘用或晋升某个人。

当信标、传感器、摄像头和智能眼镜无处不在而且它们收集的数据汇入到联网世界中时，突然之间就可能判定某个人所处的位置和在任一时间他在做什么。行为和消费模式，包括从饮食到娱乐等在内的一切都可能被公之于众。此外，随着计算技术进步以及算法变得更加精密，系统将更善于预测行为。塔吉特公司预测年轻女性怀孕的新颖做法或许会在确定一个人可能采取什么行为及可能何时得病或去世的日益增长的分析学能力面前失去光彩。

对那些制造于物联网框架内运行的产品和系统的公司来说，理解什么时候需要个人信息和什么时候有必要剥离个人标识是一种关键性的需求。虽然这项工作看起来足够简单明确，但是越来越多的数字化数据使得辨认个人信息越来越具有可能性（即使主要标识数据缺失），同时也使剥离个人标识变得更加复杂。例如，一种产品可以避免使用静态IP地址，这样个人数据可能看起来会安全。但是通过结合各种信息，包括不同的日志和通话记录、文本消息、蜂窝塔、收费站及计算机的时间戳、信用卡交易及其他电子记录，个人的身份信息还是会在突然之间暴露。

随着来自无人机、监视摄像头、地理位置监视器、可穿戴设备、智能车辆、智能用品、手机和平板电脑中的传感器和应用、社交媒体以及设备操作记录的数据汇入进来，社会面临的威胁就是成为“技术青

蛙，坐在慢慢升温的锅里，不久就会被我们自己的数据煮熟”，在位于美国艾奥瓦州德梅因市的诺威治大学任兼职教授的丽贝卡·赫罗尔德（Rebecca Herold）如此写道。她还补充说，不幸的是法律制定者通常是在问题发生之后，而且只有在“坏事发生”之后才会处理这些问题。

联网世界中的犯罪和恐怖行为

今天，新闻头条经常充斥着关于网络犯罪的报道。数据泄露、骗局、网络攻击和网络间谍已经构成越来越大的威胁，危及从个人到国家安全在内的一切。侵入工业系统的黑客和盗贼带来了一系列独立的风险和威胁，包括窃取数据和霸占系统的能力。例如，在2010年6月，欧洲安全官员在核电厂、输油管道和电网的控制器中发现了所谓的震网（Stuxnet）病毒。一些人猜测这种精密的恶意软件是由资金充裕的私人实体或者国家政府机构设计出来用于攻击伊朗的工业基础设施。据报道，这个恶意软件在伊朗感染了30 000多台机器。

今天，许多设备的安全性还格外脆弱。关键之处不是恶意软件会否扩散，而是制造商等将采取什么样的措施有效封锁住系统。在联网世界内，风险增长难以估量。由于无法实现百分之百的保护并扼制所有犯罪，所以风险非常大，而且威胁远远扩大到连接互联网的洗衣机和灯光控制器之外。

例如，3D打印机使得个人可以绕开法律管制制造枪支等武器。这种塑料设备——即使只能打一发子弹——可以逃过布置在机场、体育馆等场地的金属探测器等安全设备。美国得克萨斯州的一个研究团队实际上已经利用3D打印生产出枪支并实现开枪射击。少数机构公开表示它们会专门挑战（如果不是公开忽视）关于3D武器的法律。不过，非法枪支还只是一部分难题。利用3D打印，犯罪分子同样也可以在家生产手榴弹和按照需求制造能够打掉商用客机的火箭发射器。这种技术也可以大规模生产冒牌商品和假药。

另一种风险来自市场上销售的无人机。无人机现在只需几千美元就能买到。在未来几年里，市场需求可能会出现激增。美国联邦航空

管理局预测，到2020年在美国将有10 000架民用无人机。虽然无人机在包括农业、采矿业、环境监控、工业安全、天气预报、快递和商业摄影等在内的多种不同领域能够合法使用，但是也存在着将无人机用于对名人或政治领导人的监视、窃取物品和投放高精度定点炸弹或弹头（例如炭疽、合成病毒及其他生物武器）等的危险。同时也存在法律的灰色地带。例如，激进组织表示他们将利用无人机侦查工厂化农场和农业综合企业，从而监视环境法律执行和人道对待动物情况。

同样，大量昆虫大小的微型机器人和肉眼几乎看不到的纳米机器人可以完成危险的建设或拆除任务，寻找灾后幸存人员，参与高清晰度天气和气候地图绘制，为农作物授粉和参与军事战争。哈佛大学研究人员现在正在开发所谓的蜜蜂机器人。众多私有企业也在开发可以通过飞行、爬行或跳跃等行进方式进入洞穴、裂缝和敌后区域的机器蜘蛛、蛇、蜻蜓和蝴蝶。这些微小的设备可以装备多种超过人类视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉等感觉能力的传感器。

但是，与无人机一样，这种技术也可以用于犯罪，从而催生一波新型的犯罪、谋杀、谍报、刺杀和恐怖行动。马克·古德曼（Marc Goodman）曾经是一位警官，目前在领导未来犯罪研究院（Future Crimes Institute），这是一个研究与新技术相关的安全和风险的数据交换中心和智囊团。他说今天的许多工具绝对是“了不起的”。他认为它们能够“给我们的世界带来巨大变化。但是如果这些技术到了充当自杀式炸弹的人的手里，未来可能就完全不同了……我们总是低估犯罪分子和恐怖分子的能力……每当新技术出现的时候，犯罪分子总能加以利用”。

新法律框架出现

互联网和数字技术在世界范围内给法律体系带来了巨大变化。对知识产权、版权商标、诽谤、犯罪和网络间谍等各种不同领域内的权利、义务和资源方面有着越来越多而且经常是有争议性的关注点。美国罗格斯大学法律学院互联网法律兼职教授乔纳森·比克（Jonathan Bick）解释说："法律体系在努力地跟上当今技术发展的步伐。"他指出，一个基本的问题是实际上并不存在真正意义上的国际法。"是有一些双边条约、协定和协议试图建立起秩序。但是，这些法律只有得到执行才有价值。"

保利娜·C·赖西（Pauline C. Reich）说，其中一个最大的障碍就是，"在某个国家违法的事情到了另外一个国家就成了不违法的了"。她是位于日本东京的亚太网络法、网络犯罪和互联网安全研究所的主任及《法律、政策和技术：网络恐怖主义、信息战和互联网停摆》（*Law, Policy and Technology: Cyberterrorism, Information Warfare and Internet Immobilization*）一书的作者。最终结果是使得与管辖权和执法相关的问题难以解决。随着数据跨服务器、云和设备移动，我们面临的挑战和问题将呈指数级增长。企图弄清楚数据存放在什么位置以及谁对数据拥有话语权简直是不可能完成的任务。许多人认为现代的计算机和通信已经使法律远远超越了它原本要解决的问题范围。

物联网将在已经够复杂的环境中堆积出更多层次的复杂性。试图理解数据源自哪里、数据在电子路径上如何被修改和改变都会构成非常大的挑战。事实上，几个关键的问题随着越来越多的家庭和企业联网出现：到底由谁对问题、故障和停机负责，尤其是产生损害、伤害或死亡的情况下？如果一个国家或管辖权主体不与国际社会其他成员

合作怎么办？而且，如果由于一系列不幸事件——其中任何一件都不构成明确的原因——非常个人化或隐私的信息公布出去了，怎么办？

而且，除了需要研究包括从网上合同和用户协议到监督和隐私保护度在内的一切之外，还存在现实方面和管理方面的问题需要解决。也许只有一件事是确定的：未来我们将面对大量的技术和实用挑战。随着全球化以及互联的物联网世界的出现，社会和法律体系将承受很大压力，它们需要监管快速发展且深刻地改变着众多事物的技术框架。最终的挑战是在风险和保护制度与基本权利和自由之间寻找平衡。

将来时态

未来并非毫无希望。古德曼等专家认为，一种非常有效的方式可能是利用众包技术更好地理解如何为这种新式和新兴的互联世界提供安全。他指出“团伙犯罪和腐败报道项目”（Organized Crime and Corruption Reporting Project，一个从事调查性报道的新闻记者和媒体机构组织）现在正在追踪世界范围内有嫌疑的网络恶棍和恐怖分子的行动和消费规律。他认为将问题和挑战抛给公众——也就是将安全问题转化为开源项目——可以实现巨大益处。

但是，同时，政府、企业、教育机构、研究人员及普通市民必须在一种之前从未出现过的深层次上检查和复查消费、便利和个人疆界（personal boundary）。法律、社会风俗和对安全与隐私的基本认知都需要进行反思和重新设置。需要创造新的安全工具并以新的创造性的方式进行思考。只有那样社会才能挖掘联网设备、系统和技术的全部潜能。

第七章
联网的未来

物联网不仅可以定位物品并利用它们感知周围环境或者完成自动化任务，它也是一种监控、测量和理解世界永恒运动及人类活动的方式。窥探物体之间、人与人之间和其他事物之间的空间的能力具有与理解事物本身一样深刻的意义。物联网生成的数据将提供关于物理关系、人类行为甚至地球和宇宙物理学方面的真知灼见。

在这种新兴的物联网框架内，出现了一系列令人眼花缭乱的问题、质疑和挑战。其中最大的一个问题是如何在一个几乎一切都被监控、记录和分析的世界中生存。

THE

INTERNET OF

THINGS

技术新前沿

随着物联网和联网设备成为我们生活的一部分，不可思议的未来正在形成。根据美国交通部统计，现在人为失误导致了70%~80%的车辆相撞事故。世界卫生组织报告显示，每年有124万人死于道路交通事故。自驾驶车辆基本上可以避免伤亡。在同步交通信号和自动路径选择系统构成的巨大网络中运行的无人驾驶汽车，也会带来因更有效地操作车辆及更好地维护基础设施而出现的成本节约。

在医疗卫生和健康领域，物联网将为医疗保健和远程医疗带来革命性的变化。未来将会实现全天候的医疗监控并利用3D打印生产医疗设备和替代器官。植入人体的微型设备将在需要的准确位置按照所需的准确剂量释放药物，这不仅降低了副作用还提高了药效。这些系统连同越来越精密的健身手环及饮食睡眠监控器一起，将使个人以更切实的方式追踪自己的卫生健康情况。美国疾病控制中心预计，2型糖尿病到2050年将影响到1/3的美国人。今天，美国有1/4的人死于心脏疾病，但大部分的这种死亡事件完全可以通过更好的饮食和锻炼进行预防。

在产业领域，联网机器将为制造商提供关于订单状态和供应链需求的实时更新，而农场主将利用传感器和其他设备优化灌溉和土壤条件，并以具有高度针对性的最佳用量使用杀虫剂和肥料。同时，机器人和无人机，包括昆虫大小的微型无人机，将协助完成制造、垃圾回收、灭火、拆弹及其他任务。2013年11月，零售巨头亚马逊宣布在未来几年内将使用无人机投递包裹的计划。联邦快递主席弗雷德·史密斯（Fred Smith）在2009年声称快递的未来依赖于无人机舰队。（就目前来说，这些计划在美国不得不停滞。2014年6月，美国联邦航空管理局发布了对使用商用无人机在最近时期内投递包裹的禁令。）

物联网不仅可以定位物品并利用它们感知周围环境或者完成自动化任务，它也是一种监控、测量和理解世界永恒运动及人类活动的方式。窥探物体之间、人与人之间和其他事物之间的空间的能力具有与理解事物本身一样深刻的意义。物联网生成的数据将提供关于物理关系、人类行为甚至地球和宇宙物理学方面的真知灼见。对机械、人和环境的实时监控将会建立起一种对变化的情况和关系做出反应的模型——以更快、更好和更智能的方式。麦肯锡全球研究院预计，到2015年物联网带来的经济影响将达到每年14万亿~33万亿美元。

许多研究人员及少数企业现在正在将互联世界的概念提升到一个全新的高度。这些概念听起来像是科幻小说中才有的内容。例如，美国《*Slate*》杂志上刊载的一篇标题为“谷歌的天空之眼”（*Google’s Eyes in the Sky*）的文章认为谷歌公司对无人机、卫星和气球领域的涉及至少部分目的是建立可以标识和追踪物理世界的机制，与谷歌现在构建虚拟世界的方式差不多。天空中和分布在地球周围的摄像机和各种传感器，为数据打开了一个令人惊奇的新窗口。突然之间，就可以实时观察飞机、列车、汽车和行人如何移动，也能够以一种远远优于现在的系统的方式理解规律和关系。这篇文章指出，在未来某个时刻，有可能实现每天估算一个国家国内生产总值的变化。

在所有的可能性之中，一个事实尤其引人注目：物联网将为发展中国家和发达国家都带来革命性的变化，并发起一波商用和消费用应用的海啸——从更加智能的公用电网和智能车辆到完全不同的卫生保健和制造系统。它将改变我们对世界的看法，并带来自动化及我们与周边世界进行互动的全新方式。在此过程中，我们的生活将发生天翻地覆的变化。虽然其中许多功能可能看起来是未来才会有的甚至令人难以置信，但是在未来的25年里将会出现的确令人极为惊讶的变化。

接下来，我们看一看联网的未来可能是什么样子的……

前瞻性思维

2014年3月，皮尤研究中心在对网络和互联网进行综合研究的基础上公布了一篇报告。《2025年的数字化生活》（*Digital Life in 2025*）根据2 500多名技术专家的专业意见勾画出了未来10年及更久之后社会和生活将朝着何种方向发展的图景。自然是百家争鸣：一些观察家预见到乌托邦式的未来，而其他人却表示出对必定出现的反乌托邦式生活的担忧。各种思想、观点和预言涵盖了从机器人和3D打印到增强现实和高度互联的自动化环境在内的一切。皮尤研究中心同样也仔细研究了各种交互点的一个剖面，包括健康、教育、工作、政治、经济和娱乐。

在所有预测之中，有几种评论引人瞩目。大部分参与人士认为物联网将带来依托智能传感器、摄像头、软件、数据库和大规模的数据中心形成的全球化、浸入式、无形的、环绕的网络联网的计算环境。在这种空间内，增强现实技术将把来自现实世界的信息转置为显示在可穿戴式或嵌入式技术中的虚拟数据和图像。而且我们将会在这种环境中对物体进行大范围的标签化处理，捕捉曾经逃脱于我们的感觉之外的数据。而这一切都将带来巨大的扰动，包括社会方面的、政治方面的以及跨行业、教育和政府层面的。

一些专家，例如麻省理工学院计算机科学和人工智能实验室高级研究科学家戴维·克拉克（David Clark），提出：

> 越来越多的设备将拥有它们自己的通信模式以及“社交网络”，它们会利用其进行信息交流和汇总并实现自主控制和激活。人类将生活在这样一个世界中——所有的决策都由一套主动的协作设备制定，这是大势所趋。互联网（及一般意义上的电脑媒介交际）将变

得更加普遍，却更加不明显。在一定程度上，它将融合到我们一切行为的背景之中。

美国南加州大学安纳伯格传媒与新闻学院教授达朗·C·布拉汉姆（Daren C. Brabham）预测：

我们将适应通过多个数据层观察世界。这会改变大量的社会实践活动，例如约会、工作面试和职业社交网络、游戏以及维持治安和间谍活动。

德国吕讷堡大学（Leuphana University）数字文化中心的访问教授尼尚特·沙哈（Nishant Shah）提到：

这将会系统性地改变我们对人性、社会性及政治的理解。它不仅仅是增强现存系统的工具，而且是一种对我们已经适应的众多系统的结构性改变。而这就意味着我们将经历一种真正的范式转换——其所带来的结果是值得庆祝的，但是这也会带来巨大的不稳定性，因为现存的结构会失去意义和吸引力，因而一种新的世界秩序需要建立起来，以承载这些新的存在和运营模式。互联网带来的最大影响我们已经见识到了，但是它还会继续扩大。

互联网法律政策专家罗伯特·加农（Robert Cannon）说：

互联网、自动化和机器人学将扰乱我们所了解的经济。我们将如何为那些再也不能靠体力劳动挣钱过活的人提供生计？机遇真是太多了。信息、理解这些信息的能力及依据这些信息采取行动的能力将随处都可以得到……或者我们可能建成一个“勇敢新世界”，政府（或企业巨头）了解关于所有地方的每个人的一切甚至每个动作都可以预见到，而且社会将被掌握技术的精英控制着……好消息是

有能力将我们的世界弄得天翻地覆的技术本身也是我们可以用于建设新世界的技术。它提供了开展合作、共享和互动的无限能力。“预测未来的最好方法就是去创造它。”现在是时候开始创造未来了。

在这种新兴的物联网框架内，出现了一系列令人眼花缭乱的问题、质疑和挑战。其中最大的一个问题是如何在一个几乎一切都被监控、记录和分析的世界中生存。这在带来巨大的隐私影响的同时，也影响着政治、社会结构和法律。微软研究院首席研究员乔纳森·格鲁丁（Jonathan Grudin）认为，使如此多的活动可以被观察所产生的影响是它会曝光“我们认为的人类的行为方式、我们认为人类应当遵守的行为方式、我们已经发展出来的用以指导行为的法律、规范、政策、程序和习俗以及人类真正的行为之间的”差距。他在皮尤的报告中做出了这样的解释。适应和迎合这种变化了的现实状态绝非易事。

格鲁丁指出，社会经常会制定明知道并非总是适用的规矩，而且对许多无关紧要的违反行为视若无睹。但是，在高度互联的世界中，这可能再也不可能了。“违反行为会被看到，选择性执法会被看到，但是制定更加细枝末节的规则将使我们没时间做其他工作。”此外，以数字化方式采集到的数据和信息，在失去了完全的语境情况下，可能会具有欺骗性和很大的误导性。“人类是具有灵活性的，但是我们拥有一些基本的社会和情绪反应，我们必须搞清楚技术如何影响它们。”他说道。

麻省理工学院教授兼作家雪莉·特克尔说，技术与人类交流的交集将以其他的形式显现出来，包括我们如何养育后代、我们如何对待老年人和年长者以及我们如何构建彼此之间的关系。2011年当我采访她时，她说道：

当我们有了把孩子交给机器人照顾的想法时，也就是开始了一项"被禁止的实验"。孩子的健康成长依赖于对各种人类表情和声调变化的全面接触，依赖于孩子从懂得如何爱护和关心他人的人那里感到爱心和关心。这些从机器人那里是得不到的。而且，我们的老人——我们某一天都会成为老人——希望与理解什么是生命的人探讨他们生命的意义。而具有人生意义的事情——对儿童出生、对婚姻、对爱人过世的记忆。机器人对这些一无所知。

特克尔教授提出了一个长期存在的社会话题，即忽视根本性的问题，反而治标不治本，利用技术去错误地尝试解决和消除各种表面症状。例如，"当人们跟我交流他们对机器人有什么样的幻想时，他们却谈起了人是怎么令他们失望的。我认为机器人不是解决方案，因为机器人不能提供我们需要和应得的爱心与关心。我认为我们对'照护机器'的痴迷是我们对彼此失望的一种表现……认为我们将以某种方式'丢弃'或'外包'那些作为一个社会我们难以维持住的事物就是做白日梦"。最终，讽刺的是，我们拥抱互联网和物联网等技术，企图使我们的生活更简单更容易，但结果却恰恰相反。"我们向技术求助，希望能帮我们节省时间。但是到头来我们却在技术上花费了更多时间而忽视了彼此。这就是一种恶性循环。"

毫无疑问，找到以人性化的方式进行连接和互动的途径，将在未来25年甚至更久的时间里成为一种挑战。越来越多的研究显示，社会中程度越来越高的抑郁和不满起码可部分归咎于人际接触和联系的减少。随着我们拥抱更多技术以及数量更多、范围更大的互联和自动化系统，我们面临的挑战将是在我们对新的更好的事物的渴望与我们的基本情绪和现实需求之间获取平衡。最终不管我们拥有多少设备和机器以及我们如何互联，我们始终是人。是否有机器人或系统具有与人类相当的复杂性和思维，至少在可预见的未来，是值得怀疑的。

2025年的一天

虽然物联网才刚刚形成，但是很明显它会对生活和商业产生深刻的影响。下面是对10年之后普通家庭将如何度过一天的简单汇总：

周一早上7点，在睡衣向玛丽·史密斯（Mary Smith）的皮肤发送出轻柔的传感提醒之后，她从睡梦中醒来。几分钟之后，玛丽下床走进安装有能够自动打开水阀调节到她期望的精确水温的传感器的浴室。浴室还配有智能热水器，了解全家人的洗澡规律并相应地调节水温，而且也能够通过智能手机进行编程切换到度假模式。当玛丽从一个房间走到另一个房间的时候，灯会自动开关。她衣服中的运动传感器和智能手机中的软件联合起来对她是否在房间里做出反应并对她的移动进行预测。如果她想自己动手，传统的灯具开关也可以用。

穿好衣服之后，玛丽走下楼梯，咖啡机根据她走出浴室的时间，已经煮好了一杯热热的拿铁咖啡。她从冰箱里拿出一罐酸奶，而冰箱立刻就把这件物品放到了购物清单中。用过早餐之后，玛丽向丈夫约翰和两个孩子詹姆斯与迈克尔告别。约翰会确保让儿子去上学，然后走进自己的家庭办公室。约翰拿出一个冷冻的面包圈放进微波炉里。他点击了一下智能手机应用中的硬面包圈图标，微波炉就将面包圈解冻了。然后他把面包圈放到烤面包机中，烤好后涂上奶油芝士。

约翰在一家大型消费产品公司担任市场总监，大部分时间在家里工作。电脑在他走近时进行识别；使用生物认证让他登录系统，并立即在仪表盘上显示主要统计数据——前一天晚上在平板电脑上编辑过的信息和文件按他在那台机器上最终保存的精确状态显示了出来。所有数据都通过云实现同步。约翰只是偶尔才出门赴约。当他有约会

时，就像今天这样，他会使用公共交通工具。他订购了一项在10分钟之内提供可用车辆的服务，他只需按照用时和里程支付用车费用。

玛丽是医生，在她要去当地医院上班时，出门前她会先查看智能手机获取交通提醒和日程安排。掌握了这些信息，她就可以找一条更优的路径或者是任由车辆自动校正路径适应当前的路况。由于她驾驶的是一辆自驾驶汽车，从家到医院的12英里路程中不需要任何介入，她通常会在这段时间里听车载计算机系统阅读她的电子邮件和文本信息，她会口述回复内容。当完成这项工作后，她会通过语音命令播放音乐或其他媒体。在车辆行驶过程中，一家当地饭店的广告板（她已经同意加入了）发送了一张早餐优惠券到她的导航系统，但是她没有理会。

抵达医院后，她将车辆停放在路边的登记区域。车辆将会自动驶入附近的停车场停下。她穿过入口，身上装有RFID标签的工作牌就会通知接待员可以开始为第一位病人准备手术。刚走进办公室，玛丽就拿起一部平板电脑，上面显示了关于病人的图表以及一个显示生命指标、饮食、健康、手术同意书及其他事项的仪表盘。这些数据——包括血糖含量、心跳速率、血压、胆固醇含量和体温——通过内嵌在衣物中的传感器及病人手腕上戴的智能手表/健康监视器传递进来。玛丽可以点击屏幕上的任一主题深入了解和查看更加详细的信息，包括追踪当时流感暴发的实时流行病学数据。

那时的医院将与我们今天所了解的完全不同。病人戴着RFID手环，以追踪他们的运动情况并确保他们获取正确的药品和食物。如果护士出现拿错药的情况，系统就发出视觉和听觉提醒。病人可以使用他们自己的智能手机或医院的平板电脑呼叫护士、调电视频道并订餐。护士、治疗学家和技师也可以在平板电脑上查看医疗数据和信息，包括X光片、超声和药物信息。

整个机构里基本上不可能找到一张纸。医生通过电子方式将文件和信息传递给药房和病人。此外，医护人员可以找到离得最近的设备或医疗器械，因为所有东西都设置了RFID标签，显示在网络上。同时也可以实时追踪血液供应和其他重要物品，并预期何时需要并发出订单。

所有数据都会储存到医院数据库中，然后数据会得到分析，以更好地理解病人的需求、行为习惯及治疗方法。分析系统分析不断流入的数据，确定何时及如何为病人进行治疗，并基于病人、医院和社会变量决定所使用的治疗途径和方式。

午餐时间，玛丽在智能手机里下订单，然后前往自助餐厅取走午餐。她手机中安装的数字钱包会自动支付餐费。在用餐的时候，她收到了侄子奥斯汀的消息，他将到城里住几天。玛丽通过手机给他发了房屋的数字钥匙。当奥斯汀从机场到玛丽家时，他简单地点击一下智能手机就能开门进屋。三天之后他离开时，数字钥匙就作废了。

过去10年里，约翰的市场工作也发生了相当大的变化。通过家里的电脑，他能够查看实时的市场和销售统计信息。他可以看着电脑基于任何一家店面的实时销售情况及产品库存情况自动调节定价。当约翰收到提醒或注意到销量下降时，他可以命令系统分发优惠券——但是只给那些正在商店内的人以及根据其购物清单（由橱柜和食品室内的传感器生成）判定可能会光顾商店的人。约翰也可以观看通过公司会员项目采集到的综合数据并制作促销方案。最后，因为每种商品都有电子标签，他可以在发生召回事件时找到这种特定产品。

在他们家里，一对小型的机器人设备负责铺床、清理房间、收拾桌子、用吸尘器扫地并给屋内的植物浇水。它们同样也起着安全系统的作用，监视陌生和没有得到授权的侵入者。每件这种设备都配备有摄像头和语音传感器，在约翰和玛丽不在家时充当他们的耳目。

结束了一天的工作后，玛丽就回家。她中途走进食品店购买几种商品。一种智能购物车连接到她的手机上并显示她的购物清单。这种系统把她带到她想要的商品所在的位置，尽管在行走的时候她也会收到制造商希望她尝试的其他商品的促销信息。玛丽从货架上拿下商品时，她将商品放进可重复利用的食品袋。当拿齐了她需要的所有东西后，她就直接离开食品店。因为所有的商品都安装有RFID标签，一种读写设备将会计算出总价并完成电子付款。玛丽的电子邮箱会立即收到电子收据。

到家之后，她和约翰一起准备由电脑根据冰箱和食品室内储存的食物建议的晚餐。这种系统经过一段时间就掌握了他们的偏好，并且结合从手环、衣服和其他处获得的健康数据调节优化营养和卡路里。

晚餐之后，他们帮助詹姆士和迈克尔在平板设备上完成家庭作业，然后决定跟孩子们一起观看一部关于技术未来的纪录片。他们了解到将出现新的系统，智能电网和智能城市将在不久的将来建成，动态适应不断变化着的交通模式、使用模式、天气及大量其他变量。这些系统将极大地减少车辆碰撞事故和能源消耗，为每个人节省时间和金钱。然后，孩子们利用联网手套和护目镜参观虚拟动物园，他们能给长颈鹿喂食，感觉它的舌头，并抚摸狮子，那种感觉完全是真实的。

之后，在孩子们入睡后，约翰通过利用连接到电脑的小型设备试吃菜品了解了一家新饭店。他预定了周五晚上的座位。然后，他看到一个关于雨水槽堵塞的提醒。系统已经自动通知一家公司前来清理，按照之前议定好的价格付费。这对夫妇会在睡前阅读电子书，接着几分钟之后用声控关掉灯光。装在床和衣服中的传感器会记录他们的睡眠模式，而且到早晨的时候，系统会慢慢地调节光亮有助于他们醒来。

显然，这个场景并没有包含物联网的每一个可能的方面。约翰和玛丽可能在白天和夜晚遇到数不清的其他系统。他们可能也必须处理各种烦恼和问题，例如隐私设置及他们的电子支付系统可能遭遇的骗局。但是他们的生活肯定跟我们今天的生活迥然不同。技术系统更加深入而广泛地融入我们的日常生活中。

与设备为伍

虽然不可能精确地预测我们的未来会是怎样的——历史已经生动形象地向我们证明了，但是物联网明显不只是一种暂时的时尚或噱头。技术的不断进步及大量领域——移动性、机器人、传感器、增强现实、分析学、人工智能、M2M通信等等——的叠加将为通向联网和互联世界的征程提速。我们目前尚且无法想象到的新产品、服务和功能将由于物联网而大量出现。

在最理想的情况下，物联网将会显著地丰富并改善我们的生活。联网设备和机器智能将多种机械性的功能自动化，包括从购物清单到花园浇水等。它们将帮助我们生活得更健康——提升睡眠质量、控制体重和锻炼以及在我们需要的时候按我们需要的方式接受医疗照顾。编织到智能衣服中或嵌入人体内的传感器将在即将到来的心脏病或中风出现前就诊查出来，协助医生积极主动采取行动而不是发生损伤之后才采取行动。联网设备也将带来更安全更高质量的车辆、工业机器，甚至预测地震、洪水等事件的能力。同样，更具有能源效率并对环境友好的生活和工作方式将出现在我们的家庭和公司中。

对未来较为乌托邦的预见认为，智能机器将不断地学习和改善他们的算法与编码，目的是为技术创造的问题找到解决方案。例如，如果黑客侵入了一个系统，系统可能探测到异常并到联网世界中找到制订解决方案所需要的数据。一旦设备成功完成这项任务，它就调整自己的编程，阻挡未来的侵犯和攻击并将解决方案与其他联网机器共享。在这种新的机器秩序中，机器人和其他设备可能也会获得与人类相似的——或者在某个时刻超越人类的——情绪类型。

根据皮尤调查的报告，参加民意调研的83%的专家——来自产业界、学术界、咨询和法律界——相信物联网将在2025年产生“普遍的有益影响”。但是也可能参与皮尤调查的专家们过于乐观。其中许多专家都在从事探索和研发新技术并在某些情况下通过推广和出售新技术而获取利益的产业和领域内生活工作。虽然许多专家提出了警示和担忧，但是一种明确的可能性就是物联网将带来与乔治·奥威尔在《1984》中所描绘的类似的更加反乌托邦式的未来。这可能包括无法管理控制的技术、导致网络犯罪和万国战争大幅增加的系统、完全没有隐私的世界以及更大的政治和社会不和谐。

现实中，物联网可能出现在两个端点之间的某个位置。一方面，它会带来许多无聊没用的很快便会消失的设备；另一方面，它也会带来具有高度实用性的系统和解决方案从而改善生活质量。它会在某些方面把事物变得更简单、更安全，而在另外的方面变得更难懂、更具挑战性。与工业时代的过渡一样，它会取代工人并废弃掉一些工作，但也带来新的高技能岗位。互联世界将为一些社会成员，尤其是年龄大的人——造成巨大压力，但也会激发其他人的兴趣。与任何技术——印刷机、轧棉机、电话、汽车和计算机——的出现一样，物联网也将会带来不计其数的胜者和败者。

只有时间才能最终揭晓这些答案，让我们知道互联世界是否真的就等于更美好的世界。

致谢

完成一本著作需要耗费大量的时间和精力，这本书也不例外。感谢《基线》（*Baseline*）杂志的艾琳·弗雷蒂克（Eileen Feretic），她让我为杂志撰写的一篇文章成为本书中众多概念和观点的起源。我也非常感激《RFID期刊》的编辑安德烈亚·林内（Andrea Linne）所给予的启发和指引。她在百忙之中抽出时间为我提供了有关物联网和互联设备方面的背景和历史资料。当然，物联网是一个非常复杂而且存在许多分支的话题。对于那些接受采访并与我分享他们精辟见解（一些见解出现在本书中）的人士，我也感激不尽。

麻省理工学院出版社的马克·洛温塔尔（Marc Lowenthal）担任本书编辑，我十分感激他，他为本书的写作提供了明确的指引，而且自始至终与我合作得非常愉快。一并向两位匿名的审阅者致谢，他们为改善文稿提供了颇有见地的意见。也要感谢麻省理工学院出版社的高级编辑达娜·安德勒斯（Dana Andrus）通读文稿，挑出了所有细微却重要的错误。最后，我还要向我的爱人帕特里夏·汉佩尔·瓦莱斯（Patricia Hampel Valles）致以谢意，她认真校对了文稿，发现了许多错误和认识偏差，而且最为重要的是，在我搜集资料撰写书稿时，她自己度过了很多夜晚和周末。另外，我要拥抱我的儿子埃文（Evan）和亚历克（Alec），因为他们使我的每一天都晴朗明亮。

词汇表

3D打印（3D printing）

这些设备使用计算机软件生产实际物品。它们经常会依靠计算机辅助设计（CAD）软件制作实用的三维物品。

应用程序编程接口（API）

这种软件程序通过合并程序开发员所使用的协议、工具及其他资源，在同一环境下运行的程序之间建立互用性（interoperability）。

阿帕网（ARPAnet，美国高级研究计划局网络）

早期的分组交换网络，奠定了现代互联网的基础。该网络最初由现在美国国防部高级研究计划局（DARPA）的前身美国高级研究计划局（ARPA）提供经费支持。

算法（Algorithm）

为在有限步骤内执行特定操作或任务而设计的高度结构化的指令组或特定的流程。

人工智能（Artificial intelligence）

通过使用算法和高度复杂的基于规则的结构，使计算机决策能力达到相当于或超过人类水平的软件。

增强现实（Augmented reality）

通过在智能手机、智能眼镜或其他设备上所显示的图像上方显示文本或图片而增强现实表现的技术应用。

自驾驶车辆（Autonomous vehicles）

装备有传感器、计算机和其他允许机器人车辆自己运行的技术而由计算机控制的车辆——不需要人工操作。

大数据（Big data）

配合分析学以更加深入和有效的方式分析事件、趋势和活动的大规模大范围数据组应用。

蓝牙（Bluetooth）

短程（大约10米左右）无线数字化通信的开源标准。这种无线射频技术允许在设备之间进行数字音频、视频、文本和信号传递，例如从无线键盘到平板设备。

字节（Byte）

计量计算储存容量的标准单位。一个字节由8个包含了字母数字字符的二进制数字组成。存储体系包括字节、千字节（kilobyte）、兆字节（megabyte）、吉字节（gigabyte）、太字节（terabyte）、拍字节（petabyte）和艾字节（exabyte）。

云计算（Cloud computing）

运用远程服务器、存储设备及其他计算工具提供服务，包括软件即服务（Software-as-a-Service）及基础设施即服务（Infrastructure-as-a-Service）。

联网设备（Connected device）

通过网络（例如互联网）彼此连接的多种工业机器和个人设备。

场景感知（Contextual awareness）

机器或设备通过辨识环境因素、用户行为和其他数据而确定如何在既定情景或时刻进行运行的能力。例如，智能手机可能会调节耳机或屏幕亮度以适应特定情景中的噪声或照明情况。

网络安全（Cybersecurity）

与网络系统和设备（包括联网设备）相关的安全事项。这可能包括物理工具、硬件和软件系统。

加密（Encryption）

对敏感数据或信息进行编码使除发送者和目标接收者之外的任何人都无法辨认。加密软件应用一系列数学公式对文本和其他数据进行编码和解码。

以太网（Ethernet）

使得数据可以（通常是在局域网中）通过电缆移动的一组计算机网络协议。

定位（Geolocation）

使用特定坐标辨别物体所处的特定位置。定位技术运用卫星、蜂窝技术、Wi-Fi和其他系统提供具体或大体的信息。

全球定位系统（GPS）

利用太空卫星精确确定地球表面物体位置的一套系统，可以定位的物体包括车辆、智能手机及其他计算设备。

人对机器通信（H2M）

人类与计算设备之间的交流，通常通过键盘、鼠标、触摸屏或语音控制进行。

工业互联网（Industrial Internet）

由美国通用电气公司创造的术语，是为实现机器与人类之间的通信而对联网机器、软件、数据和分析学以及无线技术进行的运用。

互联网（Internet）

将计算机和其他设备通过公用网络彼此连接的一种基础设施。现在，互联网是全球网络，通过传输控制协议/因特网互联协议（TCP/IP protocol）和域名解析系统（DNS）为每个设备提供唯一地址。

万物网（IoE）

思科系统公司创造的术语，是所有联网系统（包括物联网）的总和。

互联网协议（IP）

用于互联网网络互连标准的一种通信协议，允许计算机处理分组交换（packet switching）、路由（routing）、寻址（addressing）及其他任务。

局域网（LAN）

利用公用协议通过电缆或无线系统进行实时通信的一组联网设备，包括计算机和外围设备，例如扫描仪和打印机。

机器对机器通信（M2M）

计算设备及其他机器在无人为干预的情况下利用软件交换信息、完成操作的能力。

纳米技术（Nanotechnology）

在原子、分子和超分子级别操纵和管理进程的体系。

近场通信（NFC）

允许具备近场通信功能的物体及多种计算设备在没有或只有少量人为干预的情况下交换数据的无线通信技术。

个人数字助理（PDA）

允许用户输入文本、绘图和其他数据（包括通过摄像头或条码扫描器）的一种手持计算设备。之前包括奔迈公司生产的掌上电脑，现在由于智能手机的广泛普及已经基本被淘汰。

个人局域网（PAN）

在有限的区域内（通常为大约10米）供个人使用的多种设备的互联。

射频识别（RFID）

使用无源（没有电源）或有源（有电源）电子标签（集成电路）及带天线的读写器辨认物体并将其情况或位置等相关数据传递到计算机的无线技术。射频识别电子标签可携带从简短信息到复杂指令等多种数据。

实时定位系统（RTLS）

使用射频（RF）电子标签自动进行持续追踪的系统。相比之下，射频识别电子标签只有在读写器经过固定点时才会被读取。

机器人学（Robotics）

制造能够执行高精度任务的机器的计算机科学和工程分支。机器人应用越来越多的人工智能进行操作并对周围环境的变化做出反应。

传感器（Sensor）

一种探测周围环境变化的设备。传感器越来越多地成为智能手机和其他计算机中的一部分，或与它们发生更多的通信。

智能手机（Smartphone）

融合精密传感器及多种数字计算功能（包括摄像头、全球定位系统和电子数据交换）的手机。

平板电脑（Tablet Computer）

配备液晶触屏和通过无线或/和蜂窝连接互联网的一种多媒体计算设备，例如苹果iPad电脑。

遥测（Telemetry）

通过先进的电信功能，实现M2M通信及与计算机和其他系统交换数据的能力。

无人驾驶飞机（UAV）

一种不需要机载飞行员就可以运转的飞机，通常是远程遥控指挥飞机。这种机器通常称为无人机（drone），现在用于战斗以及越来越多的商业运营中。

可穿戴计算技术（Wearable computing）

对可穿戴计算设备包括眼镜或护目镜、服装、手环和手表、鞋及其他物品的应用。这些物品利用内置的传感器和通信系统与智能手机和其他种类的计算机进行数据交换。

延伸阅读

蒂姆·伯纳斯–李.《编织万维网：万维之父谈万维网的原初设计和最终命运》. 上海译文出版社，2000.

库尔特·拜尔.《优雅人生：格雷斯·霍珀和信息时代的创新》. 机械工业出版社，2011.

尼克·波斯特洛姆.《超级智能：路线图、危险性与应对策略》. 中信出版社，2015.

埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲.《与机器赛跑：数字革命如何加速创新、推动生产力并且不可逆转地改变就业和经济》. 电子工业出版社，2014.

埃里克·布莱恩约弗森和安德鲁·麦卡菲.《第二次机器革命：数字化技术将如何改变我们的经济与社会》.中信出版社，2014.

尼古拉斯·卡尔.《大转换：重连世界，从爱迪生到Google》.中信出版社，2015.

尼古拉斯·卡尔.《浅薄：你是互联网的奴隶还是主宰者》.中信出版社，2015.

雷·库兹韦尔.《奇点临近》.机械工业出版社，2012.

阿德里安·麦克依文和哈基姆·卡西麦利.《物联网设计：从原型到产品》. 人民邮电出版社，2015.

马克·纽曼.《网络科学引论》. 电子工业出版社，2014.

唐纳德·A·诺曼.《未来产品的设计》.电子工业出版社，2009.

瑞驰，波林·C和艾杜亚多·戈尔博斯坦.《法律、政策和技术：网络恐怖主义、信息战和互联网停摆》. IGI Global出版社，2012.

杰里米·里夫金.《零边际成本社会：一个物联网、合作共赢的新经济时代》. 中信出版社，2014.

雪莉·特克尔.《群体性孤独：为什么我们对科技期待更多，对彼此却不能更亲密》. 浙江人民出版社，2014.

Abbate, Janet.Inventing the Internet. MIT Press, 2000.

Armstrong, Stuart.Smarter Than Us: The Rise of Machine Intelligence. Machine Intelligence Research Institute, 2014.

Bardini, Thierry.Bootstrapping: Douglas Engelbart, Coevolution, and the Origins of Personal Computing. Stanford University Press, 2000.

Bauerlein, Mark.The Digital Divide: Arguments for and against Facebook, Google, Texting, and the Age of Social Networking. Tarcher, 2011.

Hong, Sunghook.Wireless: From Marconi’s BlackBox to the Audion. MIT Press, 2010.

Johnson, Deborah G., and Jameson M. Wetmore.Technology and Society: Building Our Sociotechnical Future. MIT Press, 2008.

Kamal, Devi.Mobile Computing (Second Edition). Oxford University Press, 2012.

Karvinen, Tero, Kimmo Karvinen, and Ville Valtokari.Make: Sensors: A Handson Primer for Monitoring the Real World with Arduino and Raspberry Pi. Maker Media, 2014.

Kavis, Michael J.Architecting the Cloud: Design Decisions for Cloud Computing Service Models. Wiley. 2014.

Pew Research Internet Project.“The Internet of Things Will Thrive by 2025.”2014. http://www.pewinternet.org/files/2014/05/PIP _Internet-ofthings _0514142.pdf

Reich, Pauline C., and Eduardo Gelbstein.Law, Policy and Technology: Cyberterrorism,Information Warfare and Internet Immobilization. IGI Global, 2012.